

**KATI CİSİMLERİN ÖĞRETİMİNDE GOOGLE SKETCHUP VE  
SOMUT MODEL DESTEKLİ UYGULAMALARIN  
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ  
UZAMSAL YETENEKLERİNE ETKİSİ**

**CANDAŞ UYGAN**

**ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KATI CİSİMLERİN ÖĞRETİMİNDE GOOGLE SKETCHUP VE  
SOMUT MODEL DESTEKLİ UYGULAMALARIN İLKÖĞRETİM  
MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ UZAMSAL  
YETENEKLERİNE ETKİSİ**

**CANDAŞ UYGAN**

**ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ESKİŞEHİR, 2011**

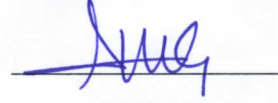
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Candaş UYGAN tarafından hazırlanan “Katı Cisimlerin Öğretiminde Google SketchUp ve Somut Model Destekli Uygulamaların Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerine Etkisi” başlıklı bu çalışma 27/05/2011 tarihinde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddesi uyarınca yapılan **Tez Savunma Sınavı** sonucunda **başarılı** bulunarak, jürimiz tarafından İlköğretim Matematik Öğretmenliği bilim dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

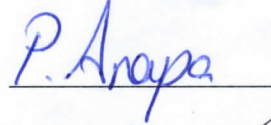
Jüri Başkanı: Prof. Dr. Ahmet AYPAY



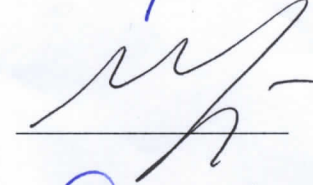
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Aytaç KURTULUŞ



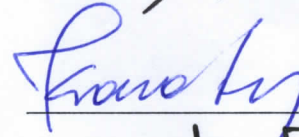
Üye: Doç. Dr. Pınar ANAPA



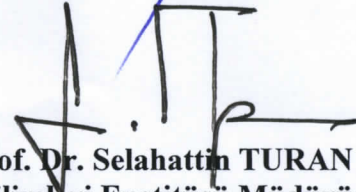
Üye: Doç. Dr. Kürşat YENİLMEZ



Üye: Doç. Dr. Engin KARADAĞ



Prof. Dr. Selahattin TURAN  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ÖZET

Bu araştırmanın amacı, katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp (GSU) ve somut model (SM) destekli uygulamaların uzamsal yetenek kapsamındaki farklı becerilere etkisini ve uygulamalara ilişkin öğretmen adayı görüşlerini belirlemektir. Araştırma, 2009-2010 öğretim yılı içinde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'ndeki 72 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Araştırmada deneysel yöntem ve durum çalışması birlikte kullanılmış olup deneysel çalışmadan toplanan verilerinin yorumlanmasında nitel verilerden yararlanılmıştır. Kontrol gruplu ön test son test modelinin kullanıldığı çalışmada iki deney grubu yer almıştır. Deney gruplarından birisinin öğretiminde GSU, diğerinde ise SM destekli uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubuna ise düzlemsel tasvirler üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisini ölçen Santa Barbara Solids Test (SBST) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. PSVT'nin “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” bölümleri sırasıyla “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerini ölçmektedir. Çalışmanın sonunda, GSU kullanan grubun tüm testlere ilişkin puanlarının; SM kullanan grubun SBST ve “Açılımlar” bölümü puanlarının; kontrol grubunun ise sadece “Açılımlar” bölümü puanlarının anlamlı düzeyde yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca, GSU kullanan grubun “Görünümler” bölümü son test ortalamasının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının ise, uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde ve katı cisimlerin öğrenilmesinde en fazla GSU destekli uygulamaların etkili olduğuna inanıldıklarını belirtmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Uzamsal yetenek, Google SketchUp, somut model, katı cisimler, ilköğretim matematik öğretmeni adayı.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to determine effects of Google SketchUp and concrete models (CM) supported applications, regarding solids, on various skills within spatial ability and pre-service elementary mathematics teachers' views about these applications. The study was carried out with 72 pre-service elementary mathematics teachers from Eskişehir Osmangazi University in 2009-2010 academic year. Both experimental method and case study were used in this study and qualitative data were utilized in order to analyze data, obtained from experimental study. There were two experimental groups in the study, model of which was pre-test and pos-test with control group design. GSU supported activities were applied to one of the experimental groups while CM was used by other one. Also control group made activities on plane descriptions. Santa Barbara Solids Test (SBST) which measures skills of "inferring cross-sections of solids in mind" and Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) were used in order to measure spatial ability. Sections of PSVT which are "Developments", "Rotations" and "Views" measure skills of "visualizing solids based on their surface developments", "rotating solids mentally" and "visualizing views of a solid from different positions", respectively. According to the results of the study; all test averages of GSU group; SBST and "Developments" averages of CM group; only "Developments" average of control group increased significantly after applications. On the other hand, it was found that GSU group's post-test average of "Views" was significantly higher than control group. Analyze results of pre-service teachers' views showed that GSU based applications were believed as the most effective trainings to develop skills regarding spatial ability and solids learning.

**Key Words:** Spatial ability, Google SketchUp, concrete model, solids, pre-service elementary mathematics teachers.

## TEŞEKKÜR

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, bana her zaman güvenen ve cesaret veren değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Aytaç KURTULUŞ'a teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans öğrenimimde derslerini aldığım ve akademik gelişimime getirdikleri katkılarla bu tezi yazmamı sağlayan öğretim üyeleri Prof. Dr. Bahaddin ACAT, Doç. Dr. Zeki YILDIZ, Doç. Dr. Pınar ANAPA ve Doç. Dr. Kürşat YENİLMEZ'e teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde değerli zamanlarını ayırarak görüşlerini ve önerilerini paylaşan öğretim elemanları İstatistikçi Ömür AŞIKOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Şengül ANAGÜN, Doç. Dr. Engin KARADAĞ ve Araş. Gör. Eren Can AYBEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı beni her koşulda seven ve aramızdaki yüzlerce kilometreye karşın verdikleri destekle beni ayakta tutan annem, babam ve kardeşime ithaf ediyorum.

Candaş UYGAN

## İÇİNDEKİLER

Özet.....	iii
Abstract.....	iv
Teşekkür.....	v
İçindekiler.....	vi
Tablolar Dizini.....	x
Şekiller Dizini.....	xii
Kısaltmalar Listesi.....	xiii
1. Giriş.....	1
1.1. Araştırma Problemi.....	2
1.2. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Sayıtlılar.....	4
1.5. Sınırlılıklar.....	4
1.6. Tanımlar.....	4
2. İlgili Literatür.....	6
2.1. Uzamsal Yetenek Nedir?.....	6
2.1.1. Uzamsal Yeteneğin Tanımı.....	7
2.1.2. Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri.....	8
2.2. Matematik Eğitiminde Uzamsal Yeteneğin Yeri.....	13
2.2.1. Matematik Öğretim Programlarında Uzamsal Yeteneğin Yeri.....	19
2.3. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi.....	20
2.3.1. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesinde Kullanılan Araçlar.....	21

2.3.1.1. Somut Materyaller.....	22
2.3.1.2. Bilgisayar Yazılımları.....	31
3. Yöntem.....	48
3.1. Deneysel Araştırma Modeli.....	48
3.2. Durum Çalışması Modeli.....	50
3.3. Katılımcılar.....	51
3.4. Veri Toplama Araçları.....	51
3.4.1. Santa Barbara Solids Test.....	52
3.4.2. Purdue Spatial Visualization Test.....	54
3.4.2.1. Açılımlar (Developments).....	54
3.4.2.2. Döndürme (Rotations).....	55
3.4.2.3. Görünümler (Views).....	56
3.4.3. Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	58
3.5. Uygulama Süreci.....	58
3.5.1. GSU Grubunun Uygulama Süreci.....	59
3.5.2. SM Grubunun Uygulama Süreci.....	62
3.5.3. Kontrol Grubunun Uygulama Süreci.....	64
3.5. Verilerin Çözümlemesi.....	64
4. Bulgular.....	67
4.1. Deneysel Araştırma Bulguları.....	67
4.1.1. Üç Grubun Ön Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	67
4.1.2. Üç Grubun Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	68
4.1.3. Grupların Ön Test ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	70



4.1.3.1. SBST Ön Test ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	71
4.1.4.2. PSVT Ön Test ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	72
4.1.4.3. “Açılımlar” Ön ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	73
4.1.4.4. “Döndürme” Ön ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	74
4.1.4.5. ”Görünümler” Ön ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	75
4.2. Nitel Araştırma Bulguları.....	77
4.2.1. Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşler.....	77
4.2.2. Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri.....	81
4.2.3. Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri.....	86
4.3. Araştırma Bulgularının Yorumlanması.....	91
5. Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	96
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	96
5.2. Öneriler.....	102
Kaynaklar.....	106
Ekler.....	119
Ek.A Uzamsal Yetenek Testleri.....	120
Ek.B Uzamsal Yetenek Testlerinin Kullanım İzinleri.....	143
Ek.C Görüşme Formları.....	146
Ek.D Uygulamalarda Kullanılan Çalışma Kağıtları.....	150
Ek.E Çalışma Kağıtlarındaki Cisimlerin GSU’daki Modelleri.....	162

Ek.F Çalışma Kağıtlarındaki Cisimlerin Somut Modelleri.....	166
Ek.G Performans Ödevine İlişkin Hazırlanan Webquest'in Sayfaları.....	170
Ek.H Performans Ödevi Ürünleri.....	173

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Araştırmacılara Göre Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri.....	11
Tablo 2.2. GSU'nun araç takımları ve işlevleri.....	42
Tablo 3.1. Araştırma Deseninin Simgesel Görünümü.....	49
Tablo 3.2. Uygulama Takvimi.....	58
Tablo 3.3. Uygulamalarda Kullanılan Somut Modellerin Yapıldığı Malzemeler.....	62
Tablo 3.4. Puan Ortalamalarının Dağılımına İlişkin Kolmogorov Smirnov Testi Sonuçları.....	65
Tablo 4.1. Grupların Ön Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları.....	67
Tablo 4.2. Grupların Son Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları.....	68
Tablo 4.3. “Görünümler” Son Test Ortalamalarına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	70
Tablo 4.4. SBST Ön Test – Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	71
Tablo 4.5. PSVT Ön Test – Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	72
Tablo 4.6. “Açılımlar” Ön Test – Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	73
Tablo 4.7. “Döndürme” Ön Test – Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	75
Tablo 4.8. “Görünümler” Ön Test – Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	76
Tablo 4.9. GSU Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri.....	77
Tablo 4.10. SM Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri.....	79
Tablo 4.11. Kontrol Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri.....	80

Tablo 4.12. GSU Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri.....	81
Tablo 4.13. SM Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri.....	83
Tablo 4.14. Düzlemsel Tasvirlerle Yapılan Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri.....	85
Tablo 4.15. GSU Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri.....	87
Tablo 4.16. SM Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri.....	88
Tablo 4.17. Düzlemsel Tasvirlerle Yapılan Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri.....	90

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. GSU’da nokta ve doğrunun konumuna ilişkin renk bildirimi.....	44
Şekil 2. GSU’da cisim üzerinde kesit alma işleminin yapılması.....	45
Şekil 3. SBST sorularındaki cisimler: (a) tek, (b) birleşik, (c) iç içe geçmiş.....	52
Şekil 4. SBST sorularındaki cisimleri kesen düzlemler: (a) dikey, (b) yatay, (c) eğik.....	53
Şekil 5. (a) Yatay kesilen cisim, (b) arakesit yüzeyinin görüntüsü.....	53
Şekil 6. PSVT’nin “Açılımlar” bölümüne ait örnek bir madde.....	55
Şekil 7. PSVT’nin “Döndürme” bölümüne ait örnek bir madde.....	56
Şekil 8. PSVT’nin “Görünümler” bölümüne ait örnek bir madde.....	57
Şekil 9. GSU’nun araçlarının tanıtılması ve alıştırmalar.....	60
Şekil 10. Birinci deney grubunun performans ödevi ürünlerinin sunulması.....	61
Şekil 11. İkinci deney grubunun performans ödevi ürünlerinin sunulması.....	63

## KISALTMALAR LİSTESİ

SBST	: Santa Barbara Solids Test
PSVT	: Purdue Spatial Visualization Test
GSU	: Google SketchUp
SM	: Somut model
2B	: İki boyutlu
3B	: Üç boyutlu
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
f	: Frekans
%	: Yüzde
p	: Anlamlılık düzeyi
n	: Veri sayısı
$\bar{X}$	: Ortalama
SS	: Standart sapma
Sd	: Serbestlik derecesi

## Bölüm 1

### Giriş

Mühendislik, mimarlık, tıp, kimya, psikoloji ve daha birçok alanda üzerinde önemle durulan uzamsal yetenek ve alt bileşenleri içinde yaşadığımız dünyada etrafımızı çevreleyen üç boyuttaki eşyaların kullanımından iki boyutlu çizilen haritaların anlaşılmasına kadar günlük hayatımızda basitten karmaşığa birçok etkinlikte önemli yeri olan zihinsel bir yetenektir (Turğut, 2010). Bununla beraber 2 ve 3 boyutlu şekillerin özelliklerinin incelenmesi ve üzerlerinde matematiksel ilişkiler kurulması geometrinin alanına girmektedir. Bu anlamda geometrinin iyi anlaşılması uzamsal bileşenlerin kullanımına ihtiyaç duyarken geometri öğretimi de uzamsal yeteneğin geliştirilmesini hedeflemektedir (MEB, 2010a; MEB, 2010b; MEB, 2009a; MEB, 2009b; NCTM, 2000). Diğer yandan bu yeteneğin en iyi nasıl geliştirilebileceğine yönelik çok sayıda araştırmanın yapılmasıyla beraber bilişim teknolojilerinin yükselişiyle ortaya çıkan dinamik yazılımlar giderek araştırmaların merkez noktasını oluşturmuştur (Baki vd., 2009; Güven ve Kösa, 2008; Olkun, 2008). Bu yazılımların 2B ortama sahip olanları üçgen, dikdörtgen ve daire gibi düzlemsel şekillerin hareketli bir şekilde incelenmesini sağlarken, 3B ortam içeren yazılımlar kâğıt üzerinde analizi zor olabilecek geometrik cisimlerin kolayca incelenmesini sağlamaktadır. Söz konusu yazılımların çoğu geometri öğretimine yönelik olarak hazırlanmış iken genellikle mühendislik alanında kullanılan GSU gibi 3 boyutlu modelleme yazılımlarının da, hareketli ve geometrik şekilleri kolayca oluşturabilme özellikleri sebebiyle öğretimde tercih edilebileceği düşünülmektedir (Dorta vd.,2008; Fleron, 2009; La Ferla vd., 2009). Diğer yandan elle kavranabilen ve oynanabilen somut modeller (SM) de geometrik şekillerin öğrenilmesinde üzerinde titizlikle durulan araçlardır. Kâğıt üzerinde anlaşılması zor olan geometrik yapıların gerçek ortamdaki temsillerinin görülmesi ve cisimlerin 3B olarak

incelenmesinin yanında şekillerin birden çok duyuyla hissedilmesi de bu araçların artı özellikleri olarak görülmektedir (Olkun ve Uçar, 2007; Baykul, 2004; Koşar, 2003; Gutierrez,1992). Buna karşılık, bilgisayar teknolojisinin gelişimi ve giderek daha fazla eğitimle bütünleşmesi ise SM'leri arka planda bırakmış gibi görünmektedir. Buradan hareketle bu iki farklı aracın geometri öğretiminde kullanılmasının uzamsal yeteneğe ilişkin alt becerilere getireceği değişimlerin incelenmesinin geometri öğretimine ve uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik yeni araştırmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

### 1.1. Araştırma Problemi

Bu araştırmanın problem durumunu “Katı cisimler konusuna ilişkin GSU ve somut model (SM) destekli uygulamaların uzamsal yeteneğe etkileri ve öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşleri nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır.

Yapılan etkinliklerde, geometrik cisimlerin hareketli ve 3B olarak incelenmesinin, 3B yapıların tasarlanmasının ve yüzey açılımı oluşturma, arakesit yüzeyi bulma ve dinamik şekilde çizim yapma alıştırmalarının uzamsal yetenek kapsamındaki farklı becerilerde değişim yaratabileceği düşünülmüştür. Bu beceriler “cisimlerin bir düzlemle olan arakesit yüzeylerini zihinde canlandırabilme”, “yüzey açılımı verilen cisimi zihinde oluşturabilme”, “cisimleri zihinde döndürebilme” ve “cisimlerin farklı açılardan görünümünü zihinde canlandırabilme” olarak ele alınmıştır. Bu noktadan yola çıkılarak araştırmanın alt problemleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

1. GSU, SM ve kontrol gruplarının “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “yüzey açılımı verilen cisimi zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme”, “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerine ilişkin son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?



2. Birbirlerinden bağımsız olarak, GSU, SM ve kontrol gruplarının “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “yüzey açılımı verilen cisim zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme”, “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerine ilişkin ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. Katı cisimlerin öğretiminde GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?

## 1.2. Araştırmanın Önemi

Uzamsal yetenekle ilgili yapılan çok sayıda araştırma bu yeteneğin geometrinin konusu olan uzay ve şekillerin öğrenilmesinde önemli bir yeri olduğunu ortaya koyarken geleneksel öğretim yöntemlerinin bu yeteneğin eğitime yeterli katkıyı yapamadığı vurgulanmaktadır (Battista, 1990; Hershkowitz, 1989; Pittalis vd., 2007; Salkind, 1976; Tartre, 1990; Tso ve Liang; 2002) . Diğer yandan yüzyıllardır matematik eğitiminde önemli bir yeri olan somut materyaller ve son yıllarda geometri öğretimine yönelik olarak tasarlanan Sketchpad, Cabri ve Virtual 3D gibi yazılımlar uzamsal yeteneğe etkileri açısından farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve bu araçların uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde etkili olarak kullanıldıkları ortaya konulmuştur (Baki vd., 2009; Cohen ve Hegarty, 2008; Güven ve Kösa, 2008; Olkun, 2008) . Bununla birlikte, özellikle mühendislik alanında bir model tasarlama yazılımı olarak kullanılan GSU'nun, içerdiği kapsamlı araç takımı ve 3B dinamik özelliği ile uzamsal yeteneğin eğitiminde alternatif bir öğretim aracı olarak kullanılabilceği düşünülmektedir (Dorta vd., 2008; Fleron, 2009; Kurtuluş ve Uygan, 2010; La Ferla vd., 2009). Bu bağlamda, 3B yapıların incelenmesini ele alan katı cisimler konusuna ilişkin, GSU ve somut model destekli uygulamaların uzamsal yeteneğe etkilerinin karşılaştırmalı olarak

incelendiği bu çalışmanın uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde rretmenlere ve sonraki çalışmalar için araştırmacılara ışık göstereceği dşnlmektedir.

### 1.3. Sayılıtlar

Araştırmanın veri toplama sürecinde, rretmen adaylarının uzamsal yetenek testlerinde ve yapılandırılmış görüşme formlarında sorulan soruları samimi şekilde cevapladıkları kabul edilmiştir.

### 1.4. Sınırlılıklar

1. Uzamsal yetenek düzeyi, katı cisimlerin arakesit yüzeylerini, yüzey açılımlarını, döndürülmelerini ve farklı yönlerden görünümlerini hayal edebilme becerileri ile sınırlandırılmıştır.
2. rretimde Türkçe dil seçeneğini içermesi sebebiyle Google SketchUp yazılımının altıncı sürümü kullanılmıştır.
3. Uygulamalarda kullanılan somut modellerin bir kısmı MEB'in Ders Aletleri Yapım Merkezi'nin ürünlerinden seçilirken bir kısmı da araştırmacı tarafından karton ve plastik malzemelerden oluşturulmuş ve dört rretmen adayına bir tane düşecek şekilde kullanılmıştır.

### 1.5. Tanımlar

*Uzamsal yetenek:* Bilişsel, algısal ve görselleştirme yeteneklerinin toplamı olup; (a) nesnelerin zihinde döndürülmesi, (b) nesnelerin değişik yönlerden nasıl göründüğünü anlama, (c) uzayda nesnelerin diğerleriyle ilişkisini zihinde canlandırma ve (d)  boyutlu yapıları kavrama becerilerini içermektedir (Sutton ve Williams, 2008).

*Uzamsal görselleştirme:* 2B ve 3B şekiller ile bu şekillerin parçalarının uzayda belli hareketler sonucu oluşturduğu yeni durumları zihinde canlandırabilme becerisidir (McGee, 1979, akt. Yılmaz, 2009).

*Uzamsal ilişkiler:* 2B ve 3B şekillerin uzayda belli dönmeler sonucu meydana getirdikleri yeni durumu hayal edebilme becerisini içermektedir (Carroll, 1993; Maier, 1998; Olkun ve Altun, 2003).

*Uzamsal yönelim:* Uzayda bedenin konumunu, hareketini ve nesnelerin farklı yönlerden görüntülerini zihinde canlandırma işlemlerini kapsamaktadır (Lohman, 1988; Maier, 1998; Sorby, 1999).

*Google SketchUp:* İlk kez 2001 yılında Last Software tarafından mimarlık ve mühendislik alanlarında üç boyutlu çizim yapmak ve model oluşturmak amacıyla geliştirilen ve kapsamlı bir araç takımına sahip olan bilgisayar yazılımıdır.

*Somut materyal:* Birçok duyuyla hissedilebilen, dokunulabilen ve elle üzerinde oynamalar yapılabilen nesnelere (Kennedy, 1986).

*Somut model:* Bir cismin, elle kavranabilen ve üzerinde oynamalar yapılabilen daha büyük ya da küçük boyda yapılmış benzeridir (Koşar ve Çiğdem, 2003).

## Bölüm 2

### İlgili Literatür

#### 2.1. Uzamsal Yetenek Nedir?

Uzamsal yetenek üzerinde yapılan farklı çalışmalarla birlikte günümüzde bu yeteneğin ve içerdiği alt boyutların anlaşılmasında zihin karışıklığı yaşanmaktadır. Bu alandaki en temel karışıklık ise kavramsal boyutta ortaya çıkmaktadır. Eğitim psikolojisi alanında yapılan bazı araştırmalarda “uzamsal yetenek” yerine “uzamsal beceri” kavramı kullanılmaktadır. Bu kavramsal farkın sebebi ise “yetenek” kavramının sonradan ortaya çıkmayan ve doğuştan gelen bir güç olarak algılanırken, “beceri” kavramının sonradan öğrenilen veya eğitimle kazanılan bir yeterlilik olarak bilinmesidir (Sorby, 1999). Diğer yandan alanyazında “uzamsal yetenek” kavramı çoğunlukla kalıplaşmış bir şekilde kullanılırken çok sayıda araştırmada uzamsal yetenek kapsamındaki alt bileşenler beceri olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada da uzamsal yeteneğe ilişkin bileşenler ve zihinsel işlemler için beceri kavramı kullanılmaktadır.

Oliveira (2004) da uzamsal yeteneğin anlaşılmasında ortaya çıkan karışıklığın sebepleri arasında uzamsal yeteneğin farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde tanımlanmasını, farklı sayıda ve farklı isimlerde bileşenlerinin ortaya konulmasını ve uzamsal yetenek testlerinin hangi uzamsal bileşeni ölçtüğüne ilişkin farklı açıklamaların yapılması olarak göstermiştir. Uzamsal yetenek ile ilgili ise evrensel bir tanım bulunmamakla birlikte bu konu üzerinde yüzyılı aşkın süredir yapılan çalışmalarda görselleştirme, zihinde döndürme, uzamsal yönelim, uzamsal ilişkiler gibi farklı zihinsel becerilerin varlığı incelenmiştir (Carroll, 1993; Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1988; Maier, 1998; Sorby, 1999). Uzamsal yetenek ise, birçok araştırmacı tarafından bu becerilerin tümünü kapsayan

genel bir yetenek olarak ele alınmıştır (Linn ve Petersen, 1985; Maier, 1998; Sutton ve Williams, 2007).

### 2.1.1. Uzamsal Yeteneğin Tanımı

“Uzam” kelimesi TDK (2011) sözlüğünde “Algılanan nesnelere temel niteliği”, “Bir nesnenin uzayda kapladığı yer”, “gözlem, gözlem simgeleri ya da çizgelerin içinde konum kazandığı üç boyutlu çerçeve” şeklinde tanımlanırken; yetenek sözcüğü Sencer (1981) tarafından “Bir kimsenin bir şeyi anlama veya yapabilme niteliği, kabiliyet.” olarak açıklanmıştır. Uzamsal yetenek, Linn ve Petersen (1985, s:1482) tarafından “sembolik ve sözel olmayan bilgileri betimleme, dönüştürme, meydana getirme ve anımsama becerisi” olarak tanımlanırken, Lohman (1993, s:3) tarafından, “iyi yapılandırılmış görsel şekilleri zihinde meydana getirme, kontrol etme ve dönüştürme becerisi” olarak açıklanmıştır. Diğer yandan Sutton ve Williams (2008, s:115) uzamsal yeteneğin bilişsel, algısal ve görselleştirme yeteneklerinin toplamı olduğunu ifade ederek (a) nesnelere zihinde döndürülmesi, (b) nesnelere değişik yönlerden nasıl görüldüğünü anlama, (c) uzayda nesnelere diğerleriyle ilişkisini zihinde canlandırma ve (d) üç boyutlu kavrama becerilerini içerdiğini belirtmiştir.

Bu tanımlar göstermektedir ki uzamsal yetenek birçok zihinsel becerinin bileşimi olup; zihnin iki ve üç boyutlu şekilleri betimleyebilme, şekiller arası ilişkileri fark edebilme, şekilleri hareket ettirebilme, bedeninin uzaydaki konumunu değiştirebilme, geometrik yapıların farklı açılardan görünümünü ve parçaları değiştirildiğinde oluşan yeni durumlarını görselleştirebilme gücünün tümünü kapsamaktadır.

Üzerinde yapılan çalışmalar Galton’un 1883 yılındaki araştırmaları kadar eski olan uzamsal yeteneğin tarihsel gelişimini Eliot ve Smith (1983) üç döneme ayırarak incelemiştir. 1904 ile 1938 yılları arası zekânın genel bileşenleri içinde uzamsal bir alt faktörün var olup

olmadığına ilişkin kanıtların araştırıldığı dönem olarak ele alınırken, 1938 ile 1961 yılları arası birbirlerinden farklı uzamsal faktörlerin tanımlanıp incelendiği dönem olarak adlandırılmış, 1961 ile 1981 yılları arası ise uzamsal yeteneğin hangi farklı yeteneklerle ilişkili olduğunun ve uzamsal testlerdeki performansı etkileyen değişkenlerin neler olduğunun incelendiği dönem olarak belirtilmiştir. Sonraki 30 yıllık dönemde ise bir yandan bu yeteneğin geliştirilmesine yönelik yeni yöntemler ortaya konurken bir yandan da uzamsal yetenekle ilişkili farklı alt bileşenler tanımlanmış ve bu bileşenlerin ölçülmesi amacıyla yeni testler geliştirilmiştir (Carroll, 1993; Cohen ve Hegarty, 2008; Linn ve Peterson, 1985; Maier 1998).

### 2.1.2. *Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri*

Mc Gee (1979; akt. Yılmaz, 2009) uzamsal yeteneğin iki alt bileşenden oluştuğunu ve bu alt bileşenleri “uzamsal görselleştirme” (spatial visualization) ve “uzamsal yönelim” (spatial orientation) olduğunu öne sürmüştür. Uzamsal görselleştirme uzaydaki nesnelere zihinde kontrol etme, çevirme, dönüştürme yetenekleri ile ilgiliyken, uzamsal yönelim bir nesnenin farklı açılardan görüntüsünü zihinde oluşturma becerisini kapsamaktadır. Uzamsal yönelimi uzamsal görselleştirmeden ayıran temel nokta kişinin sabit nesnelere etrafında kendi bedeninin hareketlerini hayal etmesidir.

Lohman (1988) ise McGee'nin öne sürdüğü alt bileşenlerin yanına “zihinsel döndürme” (spedeed rotation) alt bileşenini eklemiş ve bu becerinin düzlemdeki şekillerin dönüşümünü zihinde canlandırmayı içerdiğini ve uzamsal görselleştirmeden farklılaştığını öne sürmüştür. Bu noktada zihinsel döndürme becerisi hızlı zihinsel etkinlikler ile ilgiliyken uzamsal görselleştirme, açılımı verilen bir nesnenin yüzeylerini kapatmak gibi çoklu ve karmaşık zihinsel becerileri içermektedir.

Linn ve Petersen (1985) de yaptıkları çalışmada uzamsal yeteneği üç bileşen altında incelemişler ve bu bileşenleri “uzamsal görselleştirme”, “zihinsel döndürme” (mental rotation) ve “uzamsal algı” (spatial perception) olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada uzamsal görselleştirme McGee ve Lohman’ın tanımlarıyla örtüşecek şekilde açıklanırken, zihinsel döndürme uzaydaki 2 ve 3 boyutlu şekillerin döndürülmelerini zihinde gerçekleştirme becerisi olarak açıklanmış; uzamsal algı ise, daha çok kâğıt üzerindeki şekil ile gerçek nesne gibi, iki şekil arasındaki uzamsal ilişkileri belirleyebilme becerisi olarak ifade edilmiştir.

Carroll (1993) ise uzamsal yeteneğin beş temel bileşenden oluştuğunu ifade etmiştir. Bu bileşenler görselleştirme, uzamsal ilişkiler (spatial relations), bütünleştirme hızı (closure speed), bütünleştirme esnekliği (flexibility of closure) ve algısal hız (perceptual speed) olarak tanımlanmıştır. Görselleştirme, uzamsal görselleştirme ile aynı anlamda tanımlanırken, uzamsal ilişkiler üç boyutlu şekillerin uzayda döndürülmelerini hayal edebilme becerisi olarak ele alınmıştır. Bu noktada uzamsal ilişkiler, Linn ve Petersen (1985) ve Lohman (1988)’ın tanımladıkları zihinsel döndürme becerisinin özelliklerini içermektedir. Algısal hız, düzensiz şekiller topluluğu içinde bir düzen oluşturma hızı olarak açıklanmıştır. Bu bileşen, parça çiftlerini karşılaştırma, benzer öğeleri içeren grubun içinde bir düzen oluşturmak, düzensiz bir görsel saha içinde görsel bir düzen kurmak gibi becerileri içermektedir. Bütünleştirme hızı, eksik veya ilişkisiz parçalardan yola çıkarak uzun süreli bellekte parçaları birleştirme ve bir bütüne ulaşma becerisini içermektedir. Bu işlemler yapılırken verilen parçalar içinde neyin aranacağına ve inceleneceğine ilişkin bilgiler bilinmez. Bütünleştirme esnekliği ise büyük ve karmaşık bir yapı içinde gizli parçaları bulma yeteneklerini içermektedir. Bu işlemler süresince ise parçalar içinde neyin aranacağına ilişkin bilgi verilir.

Diğer yandan Carroll bu bileşenin varlığına ilişkin psikometrik kanıtların belirsiz olduğunu kabul etmiştir.

Maier (1998) de uzamsal yeteneğin bileşenlerini beş başlıkta tanımlarken bu bileşenleri zihinsel döndürme, uzamsal algı, uzamsal yönelim, uzamsal ilişkiler ve görselleştirme olarak açıklamıştır. Görselleştirme, içinde belli hareketlerin gerçekleştiği ve parçalarının yer değiştiği yapıları zihinde canlandırma becerilerini içermektedir. Örneğin bir düzlemin katlanması veya bir nesnenin açılımının yapılması gibi işlemler görselleştirme içinde yer almaktadır. Zihinsel döndürme ise 2 ve 3 boyutlu şekillerin zihinde hızlı bir şekilde döndürülmesini kapsamaktadır. Uzamsal ilişkiler ise şekillerin parçaları ve birbirleri arasındaki ilişkileri anlama becerilerini kapsamaktadır. Örneğin bir şekli farklı yönden görünümüleri üzerinden tanıyabilme işlemi bu yetenek kapsamında ele alınmaktadır. Bu noktada uzamsal ilişkiler diğer araştırmacılardan farklı şekilde tanımlanmış olup zihinsel döndürme becerisinden de ayrı olarak kabul edilmiştir. Uzamsal yönelim ise, kişinin kendisini zihinsel olarak uzaydaki başka bir noktaya yöneldiğini hayal etmesini içermektedir. Uzamsal algı, yanıltıcı uyaranlara karşılık dikey ve yatay konumdaki şekillerin anlaşılması ve yerleştirilmesi işlemlerini içermektedir.

Sorby (1999) ise uzamsal yeteneğin bileşenlerini iki başlıkta açıklamıştır: uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim. Bu bileşenlerden uzamsal yönelim bir kişinin bakış noktasını zihninde hareket ettirebilme becerisi iken uzamsal görselleştirme bir nesneyi zihinde hareket ettirebilme becerisidir. Sorby'nin sınıflandırmasında zihinsel döndürme veya uzamsal ilişkiler ayrı bir bileşen olarak ele alınmamış olup uzamsal görselleştirme kapsamında kabul edilmişlerdir.



Diğer yandan Olkun ve Altun (2003) uzamsal yeteneği iki alt bileşene ayırarak bu bileşenlerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler olduğunu öne sürmüşlerdir.

Araştırmacılar uzamsal görselleştirmeyi, bir ya da birden çok parçan oluşan 2 ve 3 boyutlu nesnelerin uzayda hareket ettirilmeleri sonucu oluşacak yeni durumlarını zihinde canlandırma becerisi olarak açıklarlarken, uzamsal ilişkileri 2 ve 3 boyutlu şekillerin bir bütün olarak zihinde döndürme veya şekilleri döndürülmüş biçimleri üzerinden tanıyabilme becerileri olarak açıklamışlardır.

Uzamsal yeteneğin alt bileşenlerine ilişkin alanyazında, araştırmacıların hangi alt bileşenleri tanımladıkları Tablo 2.1’de verilmiştir (Turğut, 2010).

Tablo 2.1.

*Araştırmacılara Göre Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri*

	McGee (1979)	Linn ve Petersen (1985)	Lohman (1988)	Carroll (1993)	Maier (1998)	Sorby (1999)	Olkun ve Altun (2003)
Uzamsal Görselleştirme	√	√	√	√	√	√	√
Uzamsal Yönelim	√		√		√	√	
Zihinsel Döndürme		√	√		√		
Uzamsal İlişkiler				√	√		√
Uzamsal Algı		√			√		
Bütünleştirme Hızı				√			

Tablo 2.1.

*Araştırmacılara Göre Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri (Devamı)*

Bütünleştirme	√
Esnekliği	
Algısal Hız	√

McGee (1979), Linn ve Petersen (1985), Lohman (1988), Carroll (1993), Maier (1998), Sorby (1999) ve Olkun ve Altun (2003)'ün sınıflandırmalarında uzamsal görselleştirme ortak bir bileşen olarak açıklarlarken uzamsal yönelim dört, zihinsel döndürme ve uzamsal ilişkiler üçer araştırmacı tarafından birer uzamsal bileşen olarak açıklanmış ve benzer şekilde tanımlanmıştır.

Bu noktada uzamsal görselleştirme genel bir tanımla, 2 ve 3 boyutlu şekiller ile bu şekillerin parçalarının uzayda belli hareketler sonucu oluşturduğu yeni durumları zihinde canlandırabilme becerisi olarak tanımlanabilir. Bu bileşeni diğerlerinden ayıran en önemli farklılık zihinde karmaşık ve çok adımlı işlemlerin yapılmasıdır. Bu becerinin ilişkili olduğu zihinsel işlemlere, üç boyutlu şekillerin yüzey açılımlarını zihinde kapatabilme örnek olarak verilebilir. Zihinsel döndürme özetle, iki boyutlu şekillerin düzlem üzerindeki döndürülmelerini zihinde canlandırmayı kapsarken, uzamsal ilişkiler ise üç boyutlu şekillerin uzayda belli dönmeler sonucu meydana getirdikleri yeni durumu hayal edebilme becerisini içermektedir. 3B uzaydaki döndürmelerin düzlemdeki döndürmeleri de içine alan işlemler olduğu düşünülürse uzamsal ilişkilerin zihinsel döndürmeyi içine alan bir bileşen olduğu ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan uzamsal yönelim ortak tanımla, uzayda nesnelere farklı yönlerden görüntülerini zihinde canlandırma işlemlerini kapsamaktadır. Uzamsal

görselleştirme çok adımlı ve karmaşık zihinsel işlemleri kapsarken; uzamsal ilişkiler, zihinsel döndürme ve uzamsal yönelim hızlı zihinsel etkinlikleri içermektedir.

Uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim yetenekleri birçok disiplininin ve meslek dalının ihtiyaç duyduğu özellikler olmakla birlikte matematik ve geometri eğitimi alanlarında da bu yeteneğin geliştirilmesi konusuna büyük önem verilmektedir.

## 2.2. Matematik Eğitiminde Uzamsal Yeteneğin Yeri

Uzamsal yetenek, matematiğin birçok alanında sezgisel ve geniş çaplı düşünmeyi kolaylaştırması sebebiyle matematik eğitiminde ilgi gösterilen bir konu olmuştur (Usiskin, 1987). Uzamsal düşünme ile matematiksel düşünme aynı beceriler olmamakla birlikte aralarındaki ilişki uzamsal düşünmenin matematiksel düşünmeyi destekler nitelikte olmasıdır. Uzamsal düşünme, nesnelere ve karşılaşılan durumu görsel olarak zihinde yaratma becerisi olup; bireyin problem çözerken açıklayıcı şekiller çizmesini, sözel problemler verildiğinde verileri zihninde organize etmesini, tablo ve grafik oluşturmasını, geometrik şekilleri akılda daha iyi tutmasını ve aralarındaki ilişkileri daha iyi kavranmasını desteklemektedir (Turğut, 2010).

Smith (1964) de bu noktada uzamsal faktörlerin temel matematiksel beceriler üzerinde sayısal becerilerden daha büyük bir etkisinin olduğunu ortaya koyarken Hoffer (1981; akt. Smyser, 1994) uzamsal yeteneği geometrinin öğrenilmesindeki en önemli beş yetenek arasında göstermiş ve uzamsal görselleştirmeyi tek başına yeterli olmasa da geometrinin anlaşılmasında gerekli bir bileşen olarak açıklamıştır. Hershkowitz (1989) görselleştirmenin geometrideki iki farklı rolü üzerinde durmuştur. Bunlardan ilki geometrideki kavramsal yapıların şekillendirilmesinde görselleştirmenin gerekli bir araç olmasıdır. Çünkü geometrideki temel kavramlar görseldir. İkincisi ise görsel düşünce yapısının bütün

geometrik kavramların oluşturulmasında bazı bireysel yeteneklere sınır koyduğu görüşüdür. Diğer yandan Tartre (1990) de, uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal yönelimin matematik problemlerinin çözümünde belli yol ve yöntemler kapsamında kullanıldığını ifade etmiştir.

Uzamsal yetenek ile matematik başarısı arasındaki ilişki birçok araştırmanın konusu olmuştur. Yapılan bir araştırmada 2' den 7. sınıfa kadar farklı düzeylerdeki öğrencilerin matematik başarısı ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştıran Guay ve McDaniels (1977), 2, 5, 6 ve 7. sınıf öğrencileri için korelasyon değerlerini sırasıyla 0.74, 0.86, 0.63 ve 0.47 olarak bulurken 3. ve 4. sınıf öğrencileri için 0.41 ve 0.43 olarak bulmuştur. Buradan hareketle 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri ile matematik başarıları arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı değil iken diğer öğrencilerin ilişkilerinin anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yandan, Fennema ve Sherman (1977), 9 ve 12. sınıf öğrencileri üzerinde yaptıkları araştırmada uzamsal görselleştirme becerisi ile matematik başarısı arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçları destekleyen uzun soluklu bir başka araştırmada ise Sherman (1979; akt. Shieh, 1985), 9. sınıfta okuyan 430 öğrencinin 1975'te ve 1978'de uzamsal görselleştirme becerilerini ve matematik başarılarını iki defa test etmiş ve uzamsal görselleştirme becerisi ile matematik başarısı arasında yüksek bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Bunun yanında uzamsal görselleştirmenin bayan öğrencilerin problem çözme puanlarında sözlü becerilerden daha fazla etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Sherman'ın aynı konuda 1980 (akt. Shieh, 1985) yılında yaptığı ikinci araştırması 1979 yılındaki çalışmasının bulgularını desteklemektedir.

İlköğretim ikinci kademe öğrencileri üzerinde yapılan başka bir araştırmada da Turğut (2007) uzamsal yetenekle matematik başarısı arasında, genel olarak orta düzeyde pozitif ve

anlamli bir ilişki; uzamsal yeteneğin alt bileşenleri olan uzamsal gorselleştirme ve uzamsal ilişkiler ile matematik başarısı arasında yine orta duzeyde, pozitif ve anlamli bir ilişki bulunmuştur. Uç sene sonra bu sefer üniversite duzeyindeki öğrenciler üzerinde yürütölen bir başka çalışmada ise Turđut (2010) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yetenek ile cinsiyet, geometrik duşunme duzeyleri, lineer cebir dersi başarısı ve akademik başarı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile, cinsiyetleri ve geometrik duşunme duzeyleri arasında anlamli bir ilişki yokken, uzamsal yetenekle lineer cebir başarısı ve akademik başarı arasında orta duzeyde pozitif ilişkilere rastlanmıştır. Araştırmacı, lineer cebir dersinin içerisindeki gösterimlerin birey tarafından alınması için zihnin, sembolik ve görsel dili bütünleşik halde alması gerektiğini ifade ederek ortaya çıkan bu ilişkinin normal olduğunu öne sürmüştür.

Mitchelmore (1976; akt. Capraro, 2001) da yapmış olduğu çalışmada uzamsal gorselleştirme testinden yüksek puan alan öğrencilerin geometri başarılarının da yüksek olduğunu ortaya koyarak üç boyutlu cisimleri gorselleştirme yeteneğinin geometrik problemleri çözebilme becerisiyle doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir. Uzamsal yetenek ile geometrik duşunme arasındaki ilişkiyi inceleyen bir diğer araştırmada Naraine (1989), üniversite öğrencilerinin Van Hiele duşunme duzeyleri ile uzamsal yetenekleri arasında anlamli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur.

İlköğretim matematik öğretmenleriyle yapılan benzer bir çalışmada ise Battista ve diğerleri (1989; akt. Turđut, 2010) öğretmen adaylarının geometrik problem çöze becerileri ile uzamsal gorselleştirme ve biçimsel muhakeme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bununla birlikte gorselleştirme yeteneği ile geometrik problemler çözülrken izlenen çözüm yolları incelenmiştir. Derinlemesine inceleme yapmak için 8 problem

geliştirmişler, öğretmen adaylarının bu soruları çözerken şekil çizmelerine izin vermişlerdir. Sonuç olarak uzamsal görselleştirme, biçimsel muhakeme ve problem çözme performansları geometri başarısı ile ilişkili ve uzamsal görselleştirme ve biçimsel muhakemenin geometrik problem çözme ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçları destekler nitelikteki diğer bir çalışma Battista (1990) tarafından lise düzeyindeki öğrenciler üzerinde yapılmıştır. Araştırmacı çalışmasında uzamsal görselleştirme, mantıksal muhakeme, geometri başarısı ve cinsiyet arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 75 erkek ve 53 kız lise öğrencisinden oluşan araştırmasının sonucunda uzamsal görselleştirme yeteneği ve mantıksal muhakemenin geometri başarısıyla pozitif ilişkili olduğunu saptamıştır.

Lise düzeyindeki öğrencilerle yapılan bir başka çalışmada Kayhan (2005), okul türünün 9. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini, matematik başarısı ve mantıksal düşünme becerisi ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında, okul türünün öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmekle birlikte matematik başarısı ile uzamsal yetenek arasında güçlü ve anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bununla birlikte mantıksal düşünme yeteneği ile uzamsal yetenek arasında da anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Altıncı sınıfta okuyan 120 öğrenci ile yürütülen diğer bir çalışmada Karaman ve Toğrol (2000) öğrencilerin uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim, bütünleştirme hız ve esnekliği yetenekleri ile düzlem geometri konularındaki başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çoklu regresyon analizi sonunda uzamsal yönelimin % 41'lik etki değeriyle matematik puanları üzerindeki en etkili bileşen olduğu, bunu % 26'lik etkiyle uzamsal görselleştirmenin, son olarak da % 0.05'lik etkiyle bütünleştirme hız ve esnekliğinin izlediği

tespit edilmiştir. Sonuçlar uzamsal görselleştirme ile uzamsal yönelimin düzlem geometriye yönelik başarı puanları üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduklarını ortaya koymuştur. Buna karşılık bütünleştirme hız ve esnekliğinin düzlem geometri başarısı üzerindeki etkisi anlamlı çıkmamıştır.

Konuyla ilgili diğer bir araştırma Tso ve Liang (2002) tarafından ilköğretim düzeyindeki öğrenciler üzerinde yapılmıştır. Sekizinci sınıfta okuyan 222 öğrencinin uzamsal yetenekleri ile Van Hiele düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı araştırmanın analiz sonuçları, uzamsal yetenek ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı derecede bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Buradan yola çıkarak Tso ve Liang uzamsal yeteneklerin geometri öğreniminde önemli bilişsel faktörler olduklarını öne sürmüşlerdir.

Pittalis ve diğerleri (2007) de 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yeteneklerinin geometri dersindeki başarıları ile ilişkisini incelemişlerdir. Araştırmanın sonunda öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerinin geometri başarılarının tahmininde güçlü bir yordayıcı olduğu ve uzamsal yeteneklerde meydana gelen artışın geometri başarılarının da artışına yol açabileceği öne sürülmüştür.

İlköğretim altıncı sınıf öğrencileriyle yapılan bir başka çalışmada, Kakmacı (2009) uzamsal görselleştirme değişkeninin cinsiyet, matematik başarısı ve diğerlerinden farklı olarak geometriye olan ilgi açısından farklılaşıp farklılaşmadığını incelemiştir. Ortaya çıkan sonuçlarda, erkek öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin kız öğrencilerden daha yüksek olduğu, matematik başarısı yüksek olan öğrencilerin diğerlerine göre uzamsal görselleştirme düzeylerinin daha yüksek olduğu, geometriye ilgisi yüksek olan öğrencilerin uzamsal görselleştirme başarılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Uzamsal yeteneğin matematiksel düşünme ve matematik başarısı üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya koyan araştırmalara karşılık alanyazında bunun tam tersi sonuçlara ulaşan araştırmalar da mevcuttur. Lean ve Clements (1981) mühendislik fakültesi öğrencileriyle yaptığı araştırmada, matematik alanında sözel mantık ve görsel mantık yoluyla düşünmeye eğilimli olan öğrencilerin hangisinin daha başarılı olduğu incelenmiştir. Araştırma sonuçlarında, matematiksel bilgiyi sözel mantık yoluyla işlemeye eğilimli olan öğrencilerin matematik başarı puanlarının görsel mantığını kullanmaya eğilimli olan öğrencilerden daha fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır. Diğer bir yandan Fennema ve Tarte (1985) araştırmasında 6,7 ve 8. sınıf öğrencileri içinde uzamsal görselleştirme ve sözel yetenekleri yüksek olan öğrencilerin matematik problemlerinin çözümünde ne tür stratejiler izledikleri incelenmiştir. Buradan hareketle her öğrenciden problemleri önce okumaları, çözüme ilişkin şekiller çizmeleri ve bu şekillerin nasıl kullanılacağını açıklamaları istenmiştir. Araştırmanın sonuçları, uzamsal görselleştirme yetenekleri daha fazla olan öğrencilerin görselliğe dayalı problemlerde daha yüksek puanlar elde ederlerken, sözel boyuttaki problemlerde daha düşük puanlar elde ettiklerini ortaya çıkarmıştır.

Araştırma sonuçları, uzamsal yeteneğin matematiğin tüm alanlarında olmasa da özellikle görsel imgelemelerin önemli bir yer tuttuğu geometrinin anlaşılmasında gerekli bir yetenek olduğunu göstermektedir. NCTM'nin 1989 yılı raporları uzamsal düşünmenin geometriyi anlamada ve yorumlamada gerekli olması sebebiyle geometri öğretiminde öğrencilerin uzamsal zekâlarının geliştirilmesine ihtiyaç olduğu belirtilirken 2000 yılı raporları da uzamsal görselleştirmenin geometrinin öğrenilmesinde önemli bir araç olduğu ve okulun ilk yıllarından itibaren geometri öğretiminde somut nesnelere ve teknoloji kullanılarak öğrencilerin görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinin gerektiği ifade edilmiştir.



### 2.2.1. Matematik Öğretim Programlarında Uzamsal Yeteneğin Yeri

Milli Eğitim Bakanlığı (2009a) tarafından hazırlanan ilköğretim 1-5 matematik programındaki geometri öğrenme alanının genel amaçlarının ilk maddesi; “Uzamsal (durum-yön doğrultu-yön) ilişkilerle ilgili beceriler geliştirir ve kullanır” olarak tanımlanırken diğer amaçlardan bazıları uzamsal yetenekle ilgili farklı zihinsel işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçlar şunlardır: (a) geometrik cisim ve şekillerden, yeni cisim ve şekiller elde eder, bunlarla süslemeler yapar, (b) geometrik cisim ve şekilleri oluşturur ve çizer, (c) simetriyi bilir ve kullanır, (d) şekillerle örüntüler oluşturur.

MEB (2009b)’in ilköğretim 6-8 matematik programındaki geometri öğrenme alanı amaçlarından, “Çok küplüleri kullanarak uzamsal yeteneğini geliştirir.” maddesi doğrudan uzamsal yeteneğin eğitilmesini hedeflerken; Eşlik ve Benzerlik, Dönüşüm Geometrisi, Örüntü ve Süslemeler konuları uzamsal ilişkiler becerisinin; Geometrik Cisimler ve İz Düşüm konularının kapsamındaki “Eş küplerle oluşturulmuş olan yapıların farklı yönlerden görünümünü çizer.” ve “Bir küpün, bir prizmanın belli bir mesafeden görünümünün perspektif çizimini yapar.” kazanımları ise uzamsal yönelim becerisinin kullanımı ile ilişkilidir. Ayrıca Geometrik Cisimler konusu kapsamındaki, kâğıt ve kartonlardan geometrik cisimlerin inşa edilmesini ve cisimlerin yüzey açılımlarının yapılmasını içeren kazanım ve etkinlikler uzamsal görselleştirme ile ilişkiliyken, aynı konu kapsamındaki “geometrik cisimlerin arakesit yüzeyini tahmin etme” kazanımı cisimlerin zihinde kesilmesi ve parçalarının hareket ettirilmesi işlemlerini içermesi sebebiyle uzamsal görselleştirme; oluşan arakesit yüzeyini uzayda döndürme veya yüzeye farklı yönlerden bakma işlemlerini içermesi sebebiyle de uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim becerilerinin kullanımını içermektedir.

Ortaöğretim 9-11 geometri dersi öğretim programında ise genel amaçlardan, “konumsal ve uzamsal farkındalık, geometrik sezgi ve hayal gücünü geliştirebilecek” ve “uzamsal düşünme yeteneğini geliştirebilecek” maddeleri doğrudan uzamsal yeteneğin geliştirilmesini hedeflerken, “geometrik şekiller arasındaki dönüşümleri keşfedebilecek” ve “düzlem ve uzay geometrisi arasındaki ilişkiyi fark edebilecek” gibi kazanımlar da uzamsal becerilerin kullanımına fazlaca ihtiyaç duymaktadır (MEB, 2010a; MEB, 2010b).

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi, matematik ve geometrik konularının daha kolay anlaşılmasında ve yorumlanmasında önemli bir yere sahiptir. Diğer yandan uzamsal düşünme ile güçlü ilişkisi sebebiyle matematik ve geometri öğretiminde kullanılan yöntem ve araçların da bu yeteneğin geliştirilmesinde özel bir rolü olduğu düşünülmektedir. Bu sebepten uzamsal yeteneğin eğitilmesine ilişkin mühendislik, bilgisayar teknolojileri eğitimi ve psikoloji gibi farklı alanlarda da yapılan çalışmaların büyük bölümü matematik ile ilişkili dersler kapsamında planlanmakta ve uygulanmaktadır. Bununla birlikte uzamsal yeteneğin en iyi hangi yöntemlerle geliştirileceği konusu halen farklı alanlardaki araştırmaların ilgi noktası olmaya devam etmektedir.

### 2.3. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi

Uzamsal yeteneğin geliştirilip geliştirilemeyeceği sorusu uzun yıllardır tartışılrsa da genel görüş bu yeteneğin belli araçların ve yöntemlerin kullanıldığı eğitimlerle geliştirilebileceği üzerinde odaklanmaktadır. Bu noktada, Salkind (1976), uzamsal yeteneğin geleneksel öğretim araçlarıyla geliştirilemeyeceğini öne sürerken, gelişimi açısından uzamsal yeteneği matematiksel beceriler gibi düşünen Krutetskii (1976, akt. Idris, 2005) de bu yeteneğin doğuştan gelmediğini yaşam deneyimleriyle ve eğitimle şekillendiğini ve geliştiğini belirtmiştir. Bununla birlikte Bertoline (1988) ve Sexton (1992) da uzamsal

yeteneği, yeterince uzun bir zamana yayılan uygun etkinlikler ve alıştırmalar ile geliştirmenin mümkün olduğunu öne sürmüşlerdir (akt; Strong ve Smith, 2002). Bu etkinliklere ilişkin olarak Suppiah (2005), elle oynanabilen 3B somut yapıların, 3B bilgisayar modellerinin, manipülatif araçların ve kâğıt veya bilgisayar üzerinde yapılan serbest çizimleri içeren uygulamaların uzamsal yeteneğin gelişiminde etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir.

### *2.3.1. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesinde Kullanılan Araçlar*

Geometrinin derinlemesine anlaşılması uzamsal yeteneğin eğitiminde önemli bir etken olmakla birlikte özellikle uzay geometrinin öğretiminde uygun araçların ve yöntemlerin seçimi bu yeteneğin gelişiminde özel bir yere sahiptir. Bu anlamda Gutierrez (1992) yaptığı çalışmada, öğrencilerin 3B nesnelere ve uzay geometriye ilişkin öğrenmelerini genellikle üç bağlam üzerinden gerçekleştirdiklerini vurgulamıştır: Gerçek fiziksel nesnelere kullanılması, bilgisayar ekranındaki 3B temsillerin kullanılması ve düzlem üzerinde çizimler yapılması ya da çizilmiş olan düzlemsel tasvirlerin okunması. Öğrenme süreçleri ve günlük hayat için çok önemli olan bu her bir bağlamın avantajları ve dezavantajları vardır. Fiziksel nesnelere diğerlerine göre kullanımının kolay olmasına ve çok amaçlı kullanımlara imkân verebilmesine karşılık öğrenciler fiziksel dönüşümler ile zihinsel dönüşümler arasında bağlantı kurmakta zorluk yaşamaktadırlar. Düzlemsel tasvirler günlük hayatta en çok kullanılan ve betimlenen şekil ile ilgili en bütünsel bilgiyi veren görseller olmalarına karşılık şekillerin zihinde oynanmasını zorlaştırmaktadırlar. Diğer yandan bilgisayarlar öğretmenler için çok kullanışlı olmasına ve diğer bağlamlara göre farklı avantajlara sahip olmasına karşılık görsellik olarak gerçek fiziksel nesnelere ile düzlemsel tasvirler arasında kalmaktadırlar. Bu noktada sahip oldukları özelliklere göre bilgisayar yazılımları zaman zaman bu iki bağlamdan birisine daha yakın özellik göstermektedirler. Bu üç durum aynı

geometrik cisimlerin kullanımında birbiriyle ilişkilidir. Aktiviteleri çözerken, cisimlerin hareketleri veya karşılaştırılmasında öğrencilerinin davranışlarının analiz edilmesi uzamsal görselleştirme ve geometrik düşünme düzeylerinin tahmin edilmesine de zemin hazırlar.

Bu tür uygulamaların uzamsal yeteneğe etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenirken, eğitimdeki geçmişi uzun yıllara ayrılan somut materyallerin ve modellerin uzamsal yeteneğin gelişiminde önemli bir rol üstlendiği düşünülmektedir.

### *2.3.1.1. Somut Materyaller*

Antik çağlardan itibaren matematik eğitiminde abaküs, taştan yapılmış geometrik şekiller, sayaç gibi birçok türde öğretim aracı kullanılmıştır. Bununla birlikte aritmetik öğretiminde, somut materyaller çok uzun süreçte gerekli görülmesi de düzlem ve özellikle uzay geometri gibi konuların farklı düzeylerdeki öğretiminde şekillerin derinlemesine incelenmesi, kuralların anlaşılması ve geometrik ilişkilerin keşfedilmesi için öğretimde bu tür araçların kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Szendrei, 1996).

“Somut materyal” tanımındaki “somut” kavramı materyallerin işlevini açıklamak ve somuttan soyuta öğrenme sürecinin rolünü vurgulamak için kullanılmaktadır (Goldsby, 2009). Kennedy (1986), somut materyalleri, birçok duyuya hissedilebilen, dokunulabilen ve elle üzerinde oynamalar yapılabilen nesnelere olarak adlandırmıştır. Bunun yanında, Moyer (2001) de bu araçları soyut olan matematiksel kavramları somut ve açık bir şekilde sunmak amacıyla tasarlanmış materyaller olarak tanımlamıştır.

Diğer yandan bu materyaller kapsamındaki somut modellere geometrik şekillerin öğretiminde ihtiyaç duyulmaktadır. Koşar ve diğerlerine (2003, s:33) göre, “model, bir cismin daha büyük ya da küçük boyda yapılmış benzeridir. Sınıf ortamına gerçek eşyaların

getirilemeyecek kadar büyük olması ya da gözlemlenemeyecek kadar küçük olması gibi çeşitli nedenlerden dolayı somut modellerin öğretimde büyük önemi vardır”. Bu noktada uzay geometri gibi üç boyutlu nesnelerin öğretimini içeren konularda kâğıt üzerinde soyut kalan kavramların somutlaştırılmasında somut modeller etkili bir şekilde kullanılabilir.

Baykul (2004; s:255)’a göre “geometrik şekillerin kavratılmasında işe bu şekillerin özelliklerini araştırma ile başlayıp, sonra modelleri inceleyerek özellikleri bulma ve buna dayanan genellemeler yapma ve en sonunda bu genellemeleri kontrol etme yoluna gidilmesi gerekmektedir”. Bunun yanında Baykul (2004) geometriyi karmaşıklığından kurtararak somut ve kolay öğrenilir bir hale getirmek için, çeşitli cisim, şekil ve somut araçlardan yararlanılması gerektiğini belirtirken; çeşitli geometrik şekillerin modelleri kâğıt, karton, tebeşir, kil, çeşitli çöpler veya benzer modellerin öğretmenler tarafından yapılması veya etkinliklerle öğrencilere yaptırılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu sayede öğrencilerin şekilleri inşa ederken görselleştirme ve şeklin parçalarını zihinde bütünleştirme gibi farklı zihinsel süreçler içinde çalışmasına ve bu becerilerin geliştirilmesine imkân tanınmış olur.

Olkun ve Uçar (2007) bir kişinin üç boyutlu şekiller hakkında fikir yürütebilmesi için o şekiller ile ilgili zihinsel imgelere sahip olması gerektiğini ve bu imgelerin ne kadar doğru ve gerçeğe yakın ise yürütülen fikrin o kadar sağlam olacağını belirtmiştir. Öğrencilerin bu zihinsel imgelemeleri doğru bir şekilde yapabilmeleri için uzay geometri konularında somut geometrik modelleri incelemeleri, inşa etmeleri, açılımlarını yapma ve yapıştırma, boyutlarının yüzey alanlarını ve hacimlerini hesaplama, düzlemlerle kesilerek kesit yüzeylerinin tahmin edilmesi, üç boyutluların perspektif çizimlerinin yapılması gibi etkinlikler yapması gerektiği öne sürülmektedir.

Geometri eğitiminde somut materyalleri içeren yöntemlerin geometrik ve uzamsal düşünme gibi farklı yeteneklerin gelişimine katkı sağladığı birçok yazar tarafından farklı çalışmalarda ortaya koyulmaktadır. Gaulin (1985) temel geometri konularının öğrencilerin uzamsal ve geometrik temsilleri keşfetmelerini sağlayacak şekilde öğretilmesi amacıyla somut materyalleri içeren farklı yöntemlerin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Diğer yandan Senechal (1990; akt: Hershkowitz vd., 1996) de tüm okul yıllarındaki geometri öğretiminde somut modellerin kullanılmasının üç temel amacının olduğunu ifade etmiştir: şekilleri tanımak ve sınıflandırmak, şekillerin ve gösterimlerin analiz edilmesi ve şekillerin görselleştirilmesi. Bu bağlamda Senechal, görselleştirmenin hesaplama ve sembolleştirme gibi önemli bir matematiksel işlem olduğunu öne sürmüştür.. Bunların yanında Hershkowitz ve diğerleri (1996), geometri konularının etkili ve doğru bir şekilde öğretilmesi için şekillerin gerçek dünya ile ilişkilerinin kurulması gerektiğini belirtirken bu noktada öğretimin öğrencilerin görsel düşüncelerini gerçekleştirecek görsel eğitimlerin planlanması gerektiğini ifade etmiştir.

Somut materyallerin uzamsal becerilerin eğitimindeki yararlarına karşılık bazı araştırmacılar bu araçların matematik öğretiminde kavramsal ve yöntemsel bilgi, aritmetik ve geometrik problemlerin çözülmesi bazı kazanımların gerçekleşmesinde yararlı olamayabileceklerini ifade etmiştir. Bu araştırmacılardan Boulton-Lewis ve diğerleri (1997) bu araçların görevinin öğrenciler için açık olmadığı zaman öğrencilerde bilişsel ve işlemsel yükün oluşmasına yol açacağını belirtirken matematiksel temsiller ile somut materyaller arasındaki bağlantı açık değilse öğrencilerin bu araçları kullanmaya direnç göstereceklerini ifade etmiştir. Bunların yanında bazı somut materyallerin öğrencilerin, istenenin dışındaki zihinsel işlemleri yapmalarına yol açabileceği vurgulanmaktadır. Örnek olarak, sayı doğrusunda 5 ile 4'ü toplarken öğrencinin önce 5 sayısını bulup sayı doğrusunun sağına

doğru 4 kere sayarak 9'a ulaşması, öğrencinin toplama işlemini öğrenmesi istenilirken sayma işlemlerini gerçekleştirmesine sebep olmaktadır (Clements ve McMillen, 1996; akt. Erdoğan, 2007). Bu noktada somut materyaller içinden amaca hizmet edecek en uygun araçların seçilmesi ve bunların programlı bir şekilde kullanılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde somut materyallerin farklı düzeylerdeki öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Sundberg (1994)' in yapmış olduğu çalışmada somut materyallerle yapılan uzamsal eğitim ile geleneksel geometri öğretiminin 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşan 650 öğrencinin uzamsal yeteneklerine ve matematik başarılarına etkileri karşılaştırılmıştır. Geometrik kavramların öğretimi üzerine yapılan uygulamalarda deney grupları somut materyaller üzerinde çalışırken kontrol grupları konuyu matematik ders kitabından geleneksel yöntemlerle işlemiştir. Verilerin toplanması amacıyla, birim küplerden oluşan yapıların döndürülmelerini hayal edebilme düzeyini ölçen MGMP-SV testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda uzamsal eğitim alan deney grubu öğrencilerinin MGMP-SV testi puanlarının kontrol grubundan daha yüksek olduğu ortaya çıkarken gruplardan hiçbirisinin matematik puanlarında artış olmadığı belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar somut materyallerin uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde etkili öğretim araçları olduğunu ortaya koymaktadır.

Weidemann (1990) ise yaptığı araştırmada ortaöğretim düzeyindeki geometri derslerinde "noktanın geometrik yeri" ile ilgili problemlerin öğretimine yönelik kullanılan üç farklı yöntemin karşılaştırılmasını yapmıştır. 275 öğrenci üzerinde yürütölen çalışmada birinci çalışma grubuna somut materyaller kullanılmış ancak öğrenciler materyalleri öğretmenin elinden incelemiştirlerdir. İkinci grubun öğretiminde ise somut nesnelerin perspektif çizimlerini içeren uygulamalara yer verilmiştir. Bununla beraber üçüncü grupta

öğrencilere somut materyalleri ellerinde oynayarak inceleme fırsatı verilmiştir. Kullanılan başarı testinde düzlemdeki geometrik yerin belirlenmesi, uzaydaki geometrik yerin belirlenmesi, düzlemdeki geometrik yerlerin kesişimi, uzaydaki geometrik yerlerin kesişimine ilişkin dört farklı bölüm yer almaktadır. Diğer yandan her bir gruptaki öğrenciler uzamsal yetenek düzeyine göre yüksek ve düşük olarak iki sınıfa ayrılmışlardır. Araştırma sonuçlarından ilki, “düzlemdeki geometrik yerin belirlenmesi” ile ilgili test bölümünde, perspektif çalışmalar yapan gruptaki uzamsal yeteneği yüksek öğrencilerin, somut materyalleri öğretmenin elinde inceleyen gruptaki uzamsal yeteneği yüksek öğrencilerden anlamlı düzeyde yüksek puan elde ettiğini ortaya çıkarmıştır. İkinci sonuç ise, “uzaydaki geometrik yerin belirlenmesi” ile ilgili test bölümünde somut materyalleri ellerinde inceleyen grubun, materyalleri öğretmenin elinde inceleyen gruptan anlamlı düzeyde yüksek puan ortalaması elde ettiğini ortaya koymuştur. Diğer yandan uzamsal yeteneği yüksek olan öğrencilerin bütün bölümlerde daha yüksek puan elde ettikleri belirlenmiştir.

Olkun (1999)'un yapmış olduğu çalışmada 4. sınıf öğrencilerinin somut birim küplerden yapılmış olan prizmaları anlama düzeylerini araştırmak ve küp yapılarını içeren etkinliklerle öğrencilerin geometrik yapıları anlama düzeylerini arttırmak amaçlanmıştır. Yapılan deneysel çalışma üç bölümde gerçekleşmiş olup birinci bölümde öğrencilerle klinik görüşmeler yapılmış ve onların hem somut küplerden yapılmış prizmaları hem de bu prizmaların çizimlerini inceleyerek birim küp sayılarını bulmak için izledikleri yollar değerlendirilmiştir. Öğrencilerin prizma çizimlerine oranla somut cisimlerde daha doğru çözüm yolları geliştirdikleri tespit edilmiştir. İkinci bölümde öğrencilerin “eşit paylaşım” bağlamında birim küplerden oluşan prizmaları birer bina gibi düşünmeleri ve bu binaların 2 veya daha fazla kişi tarafından nasıl eşit olarak paylaşılacağını bulmaları istenmiştir. Bölüm sonunda öğrencilerin ilk bölümdekine benzer çözüm yolları izledikleri ve benzer



kavramsallaştırmaları kullandıkları gözlenmiştir. Araştırmanın üçüncü bölümünde ise birinci bölümdeki problemler tekrar sorularak öğrencilerin kavramsallaştırma ve çözüm yolu geliştirmeye ilişkin becerilerinde gerçekleşen ilerlemeler incelenmiştir. Sonuçta öğrencilerin yapılan etkinlikler sonucunda kavramsal açıdan gelişme kaydettikleri tespit edilmiştir.

Mühendislik fakültesi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada ise, Alias ve diğerleri (2002) hareketli somut nesnelerin ve çizim etkinliklerinin uzamsal yeteneğe etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Kontrol gruplu ön-test son-test modelinin kullanıldığı çalışmada deney grubu öğrencileri yapısalcı sınıf ortamında nesnelere hareket ettirerek ve hayal ettikleri imgeleri çizerek öğrenirken kontrol grubu öğrencileri ise geleneksel sınıf ortamında öğrenimlerini sürdürmüşlerdir. Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde kullanılan test, cisimleri yüzey açılımları ile eşleme, yapıların farklı yönlerden görünümünü hayal etme ve cisimleri zihinde döndürme ile ilgili maddeleri içermektedir. Araştırma sonunda deney grubu ile kontrol grubunun son test ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bunun yanında erkek ve bayan mühendislik öğrencileri karşılaştırıldığında iki grubun puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuçlardan hareketle daha fazla somut alıştırmaların mühendislik öğrencilerinin hayal güçlerine katkı sağlayabileceği öne sürülmüştür.

İlköğretim 6. sınıf öğrencileri üzerinde yapılan başka bir çalışmada Bayrak (2008), görsel yöntemlerin öğrencilerin düşünce süreçleri ve duyguları bağlamındaki görüşleri üzerine etkisini ve görsel yöntemin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Deneysel türdeki araştırma Ankara'daki ilköğretim okuluna kayıtlı 21 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüş olup kontrol grupsuz ön test-son test modeli kullanılmıştır. Görsel etkinliklerde somut materyal, manipülatif ve origami çalışmalarına yer verilmiştir.

Araştırmanın sonuçları, görsel yöntemden sonra elde edilen test skorlarının, öncekilerden güçlü ve anlamlı olarak daha yüksek bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin somut materyallerle yapılan öğretimleri eğlenceli buldukları belirlenirken görsel yöntemin öğrencilerin uzamsal zihinsel süreçlerine, uzamsal problemlere karşı olan tutumlarına olumlu etkileri olduğu bulunmuştur.

Somut materyallerin uzamsal yeteneğin eğitiminde geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalara karşılık alanyazında tam tersi sonuçları veren araştırmalar da yer almaktadır. Drickey (2000), somut materyaller ile görsel manipülatiflerin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerine etkisini araştırmıştır. İki deney ve bir kontrol grubunun yer aldığı çalışmada geometri konuları deney gruplarından birisine somut materyal ile; diğer deney grubuna bilgisayar ortamındaki görsel manipülatiflerle ve kontrol grubuna geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Araştırma sonunda her üç grubun uzamsal görselleştirme puanları arasında da anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Somut materyal destekli öğretimin uzamsal yeteneğe etkisini inceleyen araştırmaların yanında bu araçların matematik başarısı ve matematik tutumu gibi değişkenler üzerindeki etkisini de inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlardan birisinde Busta (2000), somut materyal destekli matematik öğretiminin ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramına ilişkin bilgi düzeylerine ve matematik tutumlarına etkisini araştırmıştır.

Araştırmada deney grubu öğrencileriyle 7 hafta süresince somut materyal destekli öğretim yapılırken kontrol grubundaki öğrencilere aynı süreçte geleneksel öğretim yapılmıştır.

Araştırma sonuçları, 6. sınıf öğrencilerinin konuya ilişkin başarı testi puanlarının anlamlı düzeyde yükseldiğini ortaya koymuştur. Diğer yandan 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin tutum

puanlarında anlamlı bir artışın gerçekleşmediği belirlenirken 7.sınıf öğrencilerinin matematik tutum puanlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında somut materyallerin değişken kavramının öğretiminde yararlı şekilde kullanılabilmesi öne sürülmüştür.

Diğer bir çalışmada ise Bayram (2004), somut modellerle öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin geometri başarısına ve geometriye yönelik tutumuna etkisini araştırmıştır. Araştırmada deney grubu öğrencileriyle işbirliğine dayalı ve keşfederek öğrenme yaklaşımları çerçevesinde somut modeller kullanılarak öğretim yapılırken kontrol grubuna geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, deney grubu öğrencilerinin geometri başarısına yönelik son test puanlarının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ortaya koyarken tutum puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Özdemir ve Ubuz (2006) yaptıkları çalışmada, proje tabanlı öğrenmenin, öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Çalışma, 2004–2005 eğitim-öğretim yılının son beş haftasında, Bilim Özel Okullarındaki 24 kişilik yedinci sınıf öğrencilerinden oluşan bir grupla yürütülmüştür. İki kişilik gruplara ayrılan öğrencilerden ev, alış –veriş merkezi, havuz, su deposu, spor salonları, yeşil ve ağaçlık alan gibi bölümler içeren bir site tasarımları ve tasarladıkları sitenin maketini yapmaları istenmiştir. Veri toplamak amacı ile geometri tutum ölçeği, öğrenci görüş formu, öğretmen gözlem ölçeği ve yüz yüze görüşme tekniği kullanılmıştır. Sonuçlar, proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını artırdığını göstermiştir. Öğrencilerin, görüşmeler ve öğrenci görüş formundaki sorulara verdikleri cevaplar ile araştırmacının gözlemleri ve öğretmen gözlem ölçeğinden edinilen bilgilere göre tutumu arttıran etkenler belirlenmiştir. Bu etkenler, öğrencilerin kendilerine ait model yapmaları, tek çözümü olmayan günlük yaşam problemleri ile

uğraşmaları, grup çalışması yapmaları, meslek seçimleri, boyut ve alanlara deneme yanılma yöntemi ile karar vermeleridir.

İlköğretim düzeyinde yapılan başka bir çalışmada Erdoğan (2007), biliş-üstü yeti veya sadece somut materyal kullanımının 6. sınıf öğrencilerinin çokgen bilgilerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada çalışma gruplarından birisine sadece somut materyallerle öğretim yapılırken diğer gruba somut materyal ve biliş-üstü yeti soruları kullanılarak öğretim yapılmıştır. Ölçüm aracı olarak İfade Bilgi Testi, Koşullu Bilgi Testi ve İşlemsel Bilgi Testi'nin kullanıldığı çalışmanın sonuçları iki grubun da üç teste ilişkin puan ortalamalarının anlamlı düzeyde artış gösterdiğini ortaya koyarken, gruplar arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunmamıştır. Diğer yandan çokgenlerin öğretiminde somut materyal ve biliş-üstü soruların kullanılmasına ilişkin öğrencilerin görüşleri incelendiğinde her iki gruptaki öğrencilerin de somut materyal kullanılmasına daha olumlu baktıkları belirlenmiştir. Bu noktada öğrenciler somut materyallerin kullanımının daha kolay olması, mantık yürütmeyi ve derse aktif katılımı sağlaması, konuyu ilgi çekici kılması ve kavramları somutlaştırması dolayısıyla daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

İlköğretim 4. sınıf öğrencileri üzerinde yapılan bir araştırmada ise Sarı (2010), somut materyallerle öğretimin geometri başarısına etkisini ve öğrencilerin somut materyallerle yapılan dersler ile ilgili duygu ve düşüncelerini araştırmıştır. Kontrol grupsuz ön test – son test modelinin kullanıldığı araştırmada çalışma grubuna haftada 5 ders saati olacak şekilde 10 hafta süresince somut materyal destekli dersler yapılmıştır. Bununla beraber 11 öğrenci ile görüşme yapılarak öğrencilerin derslerde somut materyal kullanılmasına ilişkin görüşleri alınmıştır. Geometri başarısına ilişkin veriler 3 zamanlı periyotlarda toplanırken her periyotta geometri başarısının anlamlı düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Öğrenci görüşleri

incelendiğinde ise; öğrencilerin çoğunun somut materyaller ile yapılan dersleri daha eğlenceli buldukları görülürken, bazı öğrencilerin sorular ile ilk karşılaştıklarında endişe duydukları, çoğunun ise somut materyallerle yapılan öğretim sonrası karşılaştıkları soruları daha kolay buldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin en çok sevdiği ve yararlı bulunduğu materyaller ise küpler ve geometri tahtası olmuştur.

Somut materyaller yüzyıllardır matematik öğretimini etkili hale getirmek ve uzamsal yeteneği geliştirmek için kullanılıyor olsa da son çeyrek yüzyıllık dönemde bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte çeşitli dinamik yazılımların ve teknolojik araçların gölgesinde kalmıştır. Buna karşılık somut modellerin mi yoksa bilgisayar ekranındaki görsel modellerin mi uzamsal yetenek üzerinde daha etkili oldukları hala araştırma konusu olmaktadır (Baki vd., 2009; Yıldız, 2009).

### *2.3.1.2. Bilgisayar Yazılımları*

Öğretim teknolojilerinin ilk akla gelen araçları olan bilgisayarlar eğitim alanına her geçen gün yeni olanaklar ve kolaylıklar sunmaktadır. Bunun yanında eğitimin önemli alt alanlarından birisi olan matematik öğretiminde de bilgisayar destekli yaklaşımlara her geçen gün daha fazla önem verilmektedir. Matematik öğretiminde kullanılmasıyla birlikte bilgisayarlar, sadece öğrencilerin hesaplama ve grafik çizme işlemlerini kolaylaştırmamış aynı zamanda soyut matematiksel kavramları elektronik ortamda somutlaştırmış ve matematiğin öğrenilmesinde sezgilerin, tahminlerin, keşiflerin ve genellemelerin daha fazla kullanılmasına olanak tanımıştır. Bu sayede öğrencilerin yüksek bilişsel becerilerini geliştirerek bir matematikçinin yaşamış olduğu deneyimleri yaşama ve kendi matematik dünyalarını kurma imkânı elde etmişlerdir (Baki, 2006; Olkun, 2008).

NCTM (2000) raporlarında, hesap makinesi ve bilgisayar gibi teknolojik araçların matematiğin öğretilmesinde temel araçlar olduğu ve bu araçların öğrencilere soyut matematik kavramların görsel tasvirlerini görme, verileri kolayca düzenleme ve analiz etme, doğru hesap yapma gibi olanaklar sunduğu vurgulanmaktadır. Diğer yandan, öğrencilerin okulun ilk yıllarından itibaren somut nesnelere ve teknolojik araçları kullanarak şekilleri görselleştirme, analizini yapma, perspektifleri anlama, şekillerin ve nesnelere parçalarını görme gibi becerilerini geliştirmeleri gerektiği ifade edilmektedir. Bu açıdan görsel teknolojilere uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde gerek duyulmaktadır.

Düzlemsel ve uzay geometrideki kavramların ve ilişkilerin derinlemesine öğrenilmesinde bilgisayar yazılımları özel bir yere sahiptir. Battista (2007) düzlemsel şekillerin incelenmesinde bu yazılımları üç ana sınıfa ayırmış olup, bunları Logo destekli yazılım, Geometric Supposers ve dinamik geometri yazılımları olarak belirtmiştir. Bu yazılımların geometri öğretiminde iki önemli ortak özelliği olduğu ifade edilmektedir. Bunlardan ilki, yazılımların öğrencilerden menü seçeneklerini kullanarak geometrik şekillerle ilgili belirgin ayrıntıları bulmalarını istemesidir. Bu sebeple öğrenciler kâğıt ve kalemle yaptıklarından farklı olarak bilgisayar ortamında şekilleri belli teorik düzeylere sahip olmadan çizemeyeceklerdir. Bu durum öğrencilerin geometrik şekiller üzerinde daha derin ve soyut düşüncelerini sağlayacaktır. Bu yazılımların ikinci özelliği ise, geometrik şekillerin değişken parçaları yeniden düzenlendiği zaman istenilen özellikler korunacak şekilde çeşitli çizimlerin tekrar yapılmasıdır. Diğer yandan bilgisayar teknolojisinin geometri alanında kullanılan en önemli araçlarından birisi dinamik geometri yazılımlarıdır. Olkun (2008) bu yazılımlar kullanılarak geometri konuları ile ilgili hipotezlerin kurulabileceğini, test edilebileceğini ve genellemelerin yapılabileceğini; şekillerin ekran üzerinde sürüklenebileceğini, genişletebileceğini ve döndürülebileceğini; şekillerin özelliklerinin

belirlenmesi amacıyla ölçümlerin yapılabileceğini ortaya koymuştur. Bu yazılımlardan iki boyutlu ortama sahip olan Cabri Geometri, Geometer's Sketchpad ve Geogebra gibi dinamik geometri yazılımları düzlemsel geometrik şekillerin ayrıntılı olarak öğrenilmesini sağlarken 3B yapıların tasarlanması ve incelenmesi için geliştirilen Cabri 3D ve Google SketchUp gibi dinamik yazılımlar düzlem üzerinde incelenmesi zor olan geometrik cisimlerin uzay ortamında hareket ettirilerek keşfedilmesine imkân vermektedir (Baki vd.,2009; Gürsoy vd., 2009; Kurtuluş ve Uygan, 2010).

Geometri öğretiminde bilgisayar teknolojisinin kullanımına ilişkin ilk araştırmalar öncelikle öğrencilerin öğrenim durumlarını tahmin etme üzerinde odaklanmış olsa da daha sonraki çalışmalar daha çok bilgisayar destekli öğrenme ortamındaki öğrenme süreçlerini ve bilgisayarların öğrencilerin öğrenmelerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır (Battista, 2007). Diğer yandan uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde bilgisayar destekli çeşitli uygulamaların nasıl bir rolü olduğu son yıllardaki çalışmaların odak noktasını oluşturmuştur.

Olkun ve diğerleri (2009)'nin yapmış oldukları çalışmada Tayvan, Finlandiya, ABD ve Türkiye'deki sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerini karşılaştırılmış ve interaktif bilgisayar programları kullanılarak yapılan uygulamalar sonrası uzamsal becerilerin gelişimleri değerlendirilmiştir. Her 4 ülkede de kontrol gruplu ön test - son test modelinin kullanıldığı deneysel araştırmada deney grupları "uzamsal geliştirme (spatial weaning)" temelli dönüşüm geometrisi görselleştirme etkinliklerine katılmışlardır. Uzamsal becerilerin ölçülmesinde yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde oluşturmaya ilişkin DAT-SR testi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının ön test puanları incelendiğinde Finlandiya'nın birinci, Tayvan'ın ikinci, ABD'nin üçüncü ve Türkiye'nin dördüncü olduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalardan sonra 4 ülkedeki deney ve kontrol grupları karşılaştırılmış ve Türkiye ile

Tayvan'daki deney gruplarının son test puanlarının kontrol gruplarından anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Finlandiya'daki ve ABD'deki deney ile kontrol gruplarının son test puanları arasında ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Araştırma sonuçları farklı kültürlerdeki öğrencilerin uzamsal becerilerinin geometrik dönüşümler gibi bilgisayar destekli öğrenme etkinlikleriyle artırılabilceğini ortaya çıkarmıştır.

Turğut (2010)'un yapmış olduğu araştırmada, teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine, geometrik düşünme düzeylerine ve başarılarına etkisi incelenmiştir. Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde 2B şekillerin zihinde döndürülmesiyle ilgili kart çevirme testi, 3B cisimlerin zihinde döndürülmesiyle ilgili küp karşılaştırma testi ve uzamsal görselleştirmeye ilişkin kâğıt katlama ile yüzey oluşturma testlerinin kullanıldığı araştırmanın sonuçları, deney ve kontrol grubunun son geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir farkın olmadığını ortaya koyarken, deney grubunun uzamsal test ve lineer cebir testi ortalama puanlarının, kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin cinsiyet, lineer cebir başarısı ve akademik başarı arasında da anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Güven ve Kösa (2008) yaptıkları araştırmada Cabri 3D yazılımı kullanılarak yürütülen geometri etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerine etkisini araştırmışlardır. Kontrol grupsuz ön test - son test modelinin kullanıldığı araştırmada 40 öğretmen adayına sekiz hafta süresince Cabri 3D kullanılarak prizmalar, silindir, küre ve koniyle ilgili alıştırmalar yapılmıştır. Verilerin toplanması amacıyla PSVT kullanılmıştır. Bu testte yer alan "Açılımlar", "Döndürme" ve "Görünümler" bölümleri ile sırasıyla yüzey açılımı verilen bir cisim zihinde oluşturma, cisimlerin üç boyutlu ortamda döndürülmesi



sonucu oluşan yeni durumlarını zihinde canlandırma ve bir cismin farklı açılardan görünümünü hayal edebilme becerilerini ölçmektedir. Son test sonuçları, çalışma grubunun “Açılımlar”, “Döndürme”, “Görünümler” ve PSVT toplam puanlarının anlamlı düzeyde yükseldiğini ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlar ışığında Cabri 3D yazılımının hem geometrik ilişkilerin ve kavramların kolayca keşfedilmesini sağladığı, hem de uzamsal becerilerin geliştirilmesinde öğrencilere yardımcı olduğu ifade edilmiştir.

Bilgisayar destekli uygulamaların etkililiğini inceleyen araştırmaların yanında, uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde bilgisayar araçları ile somut materyallerin etkililiğini karşılaştıran araştırmalar da yapılmıştır. Baki ve diğerleri (2009) araştırmalarında geometri konularından katı cisimlerin öğretiminde dinamik geometri yazılımı ile somut materyallerin kullanılmasının ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerilerine etkilerinin karşılaştırmasını yapmışlardır. İki deney grubu ve bir kontrol grubunun yer aldığı araştırmada deney gruplarından birisine dinamik geometri yazılımı kullanılarak, bir diğerine somut materyaller kullanılarak katı cisimler konusunun öğretimine ilişkin uygulamalar yapılmış kontrol grubuna ise konu geleneksel yöntemle işlenmiştir. Öğretmen adaylarının uzamsal becerilerini ölçmek amacıyla PSVT kullanılmıştır. Uygulama sonunda her iki deney grubunun “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” ve PSVT toplam puanlarında anlamlı bir artış tespit edilmekle birlikte kontrol grubunun tüm kategorilerdeki ön-test ile son-test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte dinamik geometri yazılımı kullanan deney grubu ile somut materyal kullanan deney grubunun “Açılımlar”, “Döndürme” ve toplam PSVT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmamakla birlikte “Görünümler” son test puanları arasında yazılım kullanan grup lehine anlamlı farklılık görülmüştür. Diğer yandan “Açılım” testine ilişkin hem yazılım kullanan grup hem de somut materyal kullanan grup ile kontrol grubunun son test puanları arasında

anlamli farklılığa rastlanmamasına karşılık her iki deney grubunun da diğ er bölümlere ilişkin son test puanları kontrol grubundan anlamli düzeyde yüksektir. Araştırma sonuçlarında, uygun araçlarla ve yöntemlerle uzamsal becerilerin geliştirilebileceği ortaya koyulmakla birlikte çoklu ortamların ve değışik özelliklerdeki dinamik yazılımların uzamsal görselleştirme becerilerine olumlu katkı sağlayacağı öne sürülmüştür.

Yıldız (2009) ise, 3B sanal ortam ve somut materyal kullanımının beşinci sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerine olan etkisini araştırmıştır. İki ayrı okulda deney ve kontrol gruplarıyla yürütölen çalışmada, matematik dersinde birim küplerle ilgili kazanımların olduğu konuya yönelik deney gruplarına 3B sanal ortam kullanılırken kontrol gruplarında ise aynı derse yönelik olarak somut birim küpler ile öğrenme etkinliğı yapılmıştır. Uzamsal becerilerin ölçölmesinde, birim küplerden oluşmuş yapıların zihinde döndürölmesiyle ilgili MGMP-SVT ve Zihinde Döndürme Testi (ZDT)'nin kullanıldığı araştırmanın sonunda, birinci okulda MGMP-SVT açısından deney grubu lehine fark bulunmasına karşılık, ZDT'ye ilişkin gruplar arasında anlamli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. İkinci okulda ise deney grubunun hem MGMP-SVT hem de ZDT'ye ilişkin puanlarının kontrol grubundan anlamli şekilde yüksek olduğu görölmüştür. Birinci okulda hem deney hem de kontrol gruplarının MGMP-SVT ve ZDT puanlarında artış gözlenirken, ikinci okulda sadece deney grubunda bu iki testteki puanların anlamli artış gösterdiğı sonucuna varılmıştır.

Gürsoy ve diğ erleri (2009) de 12. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu geometrik şekillerin iki boyutlu düzleme resmedildiğinde oluş an algı yanımlarına Cabri 3D yazılımının etkisini araştırmıştır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı araştırmada, deney grubundaki öğrencilerle bir dönem boyunca Cabri 3D yazılımı ile desteklenmiş geometri dersi işlenirken, kontrol

grubundaki öğrencilerle ise ders geleneksel yöntemlerle yürütülmüştür. Özellikle öğrencilerin farklı algılayabilecekleri düşünülen geometrik şekil ve cisimlerin resimlere çalışmalarda yer verilmiştir. Uygulama sürecinde bu cisimlerden 10 tanesi Purdue Spatial Visualization Test sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundan 7'şer öğrenciye gösterilmiş ve bu öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmış ve deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre daha az algı yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle ortaöğretim öğrencilerinin göz önünde canlandırma ve uzamsal becerilerini geliştirmek ve onlara bu becerilerini kullanma fırsatları sağlamak için, geometri derslerinde Cabri 3D yazılımının kullanılması önerilmiştir.

Yolcu (2008), araştırmasında ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin, birim küplerle oluşturulmuş üç boyutlu yapılardaki birim küp sayısını bulma, bu yapıların farklı açılardan görünümelerini çizme, yüzlerinin farklı yönlerden görünümüne ait çizimleri verilen yapıları birim küplerle oluşturma yeteneklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemeyi ve bu becerilerin somut materyaller ve bilgisayar uygulamaları ile ne oranda geliştirilebileceğini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonunda uygulamaların ilköğretim matematik öğretmenliği programında belirtilen uzamsal yetenekleri geliştirmede etkili oldukları görülmüştür. Buradan hareketle, ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin hem iki boyutlu verilen düzlemsel tasvirleri üç boyutlu düşünebilmeleri hem de üç boyutlu verilen nesnelere iki boyuta aktarabilmeleri için çeşitli bilgisayar programlarının kullanılabileceğini; geometrik kavramların öğrencilere somut modeller yardımıyla gösterilmesi gerektiğini ve uzamsal yeteneğin geliştirilmesi amacıyla bu alana yönelik konuların ilköğretim matematik öğretim programında daha geniş ele alınabileceği belirtilmiştir.

Mundy (1980)'nin 250 üniversite öğrenci ile yürütülen araştırmasında da uzamsal alıştırmaların öğrencilerin calculus başarılarına ve uzamsal görselleştirme becerilerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Uygulamalarda deney grubu öğrencilerine görsel-işitsel uzamsal alıştırmalar ile görsel-işitsel-dokunsal alıştırmalar yapılmıştır. Görsel-işitsel-dokunsal alıştırmalarda diğerinden farklı olarak manipülatif ve modeller kullanılmıştır. Uzamsal alıştırmalar, iki boyutlu uzamsal konuları, üç boyutlu uzamsal konuları, iki boyuttan üç boyutlu uzaya dönüşüm konuları ve iki boyutlu resimlerden üç boyutlu nesnelere hayal etme gibi konuları içermektedir. Araştırma sonuçları yapılan alıştırmaların uzamsal görselleştirme düzeylerini anlamlı düzeyde arttırdığını ortaya koymuştur. Bununla beraber erkek öğrencilerin uzamsal görselleştirme son test puanlarının bayan öğrencilerden; calculus başarısında ise bayan öğrencilerin puanlarının erkek öğrencilerden anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir; görsel-işitsel uzamsal etkinliklerin bayan öğrencilerin calculus başarısında, görsel-işitsel-dokunsal etkinliklerin ise erkek öğrencilerin calculus başarısında daha fazla etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bunlarla birlikte matematik öğretimi dışında da farklı bilgisayar uygulamalarının uzamsal yeteneğin geliştirilmesindeki etkililiği araştırılmıştır. Cohen ve Hegarty (2008) yaptıkları deneysel çalışmada Virtual 3D yazılımında hazırlanan etkileşimli bilgisayar animasyonlarının ve görsel geometrik nesnelere kullanıldığı uzamsal görselleştirme etkinliklerinin düşük uzamsal becerileri olan üniversite öğrencilerinin uzamsal görselleştirme düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Etkinlikler üç boyutlu nesnelere düzlemle kesilmeleri sonucu oluşan arakesit yüzeylerini hayal etme ve çizmeye yönelik olarak yürütülmüştür. Araştırmacılar bu çalışmada veri toplama aracı olarak kendilerinin geliştirmiş oldukları Santa Barbara Solids Test'i kullanmışlardır. Yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin

cisimlerin arakesit yüzeylelerini zihinde canlandırmaya ilişkin becerilerinin anlamlı düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir.

De Lisi ve Wolford (2002) uzamsal görselleştirmenin geliştirilmesine yönelik olarak yaptıkları çalışmada bilgisayar oyunlarının üçüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerine etkisini araştırmışlardır. Kontrol gruplu ön-test ile son-test modelinin kullanıldığı araştırmada veri toplama aracı olarak iki boyutlu zihinsel döndürme testi kullanılmıştır. Çalışmada deney grubu öğrencileri her biri 30 dakikadan olacak şekilde 11 bilgisayar oyunu etkinliğine katılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmamasına karşılık deney grubunun son test puanlarının kontrol grubundan daha fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, bilgisayar oyunlarının öğrencilerin zihinsel döndürme başarılarını anlamlı derecede yükselttiğini ve bu sebepten bilgisayar destekli öğretim etkinliklerinin ilköğretim kademesinde öğrencilerin uzamsal yeteneklerini yükseltmek amacıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Sağır ve işitme zorluğu bulunan öğrencilerle yapılan farklı bir araştırmada ise, Passig ve Eden (2001) Virtual Reality yazılımında tasarlanan üç boyutlu cisimler ile iki boyutlu cisimler kullanılarak yapılan çalışmaların uzamsal döndürme becerisine etkisini araştırmışlardır. Yapılan uygulamalarda üç aylık süreçte deney grubu öğrencileri haftada 15 dakika olacak şekilde üç boyutlu cisimlere ilişkin Virtual Reality Tetris oyununu oynarken kontrol grubu öğrencileri aynı süreçte iki boyutlu Tetris oyunu oynamışlardır. Sürecin sonunda deney grubu öğrencilerinin uzamsal döndürme puanlarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı düzeyde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında yapılan uygulamaların öğrencilerin işaret dili becerilerini de geliştirdiği görülmüştür.

Başka bir araştırmada, Sorby ve Baartmans (2000) da 3B uzamsal görselleştirme becerileri düşük olan mühendislik öğrencilerinin bu becerilerini geliştirmek için bilgisayar destekli çalışmaların yer aldığı bir kurs planlamışlardır. Nesnelerin dönüşümlerinin yapılması, arakesit yüzeylerinin çizilmesi, yüzeylerinin açılıp kapatılması gibi etkinlikleri içeren kursta I-DEAS isimli bilgisayar yazılımı görselleştirme aracı olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin uzamsal becerilerini ölçmek amacıyla cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırmaya ilişkin Mental Cutting Test (Zihinde Kesme Testi); cisimleri zihinde döndürmeye ilişkin Mental Rotation Test (Zihinsel Döndürme Testi) ve PSVT-Rotation Test; yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde oluşturabilmeye ilişkin DAT:SR kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda öğrencilerin testlerin tümüne ilişkin puanlarının anlamlı şekilde yükseldiği tespit edilmiştir.

Bilgisayar destekli uygulamaların uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde etkili olduğunu ortaya koyan araştırmalara karşılık alanyazında bunlarla çelişen araştırmalar da yer almaktadır. Hanlon (2010)'un yapmış olduğu araştırmada ise Quick Draw etkinliklerinin sınıf, okul öncesi ve özel öğretim programlarındaki öğretmen adaylarının uzamsal düşüncelerine, geometrik düşüncelerine ve uzamsal düşünmeye yönelik inançlarına etkisi araştırılmıştır. Uygulamalar her üç programda da yer alan Matematik Yapıları dersi kapsamında yapılmıştır. Çalışmada uzamsal yeteneği ölçmek amacıyla “yüzey açılımı verilen cisimleri oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görüntülerini bulma” becerileriyle ilişkili üç bölümden oluşan Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda Quick Draw etkinliklerinin öğretmen adaylarının PSVT’deki üç bölüm üzerinde de anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı; buna karşılık uygulamaların öğretmen adaylarının Van Hiele düşünme düzeylerini anlamlı düzeyde

yükselttiği tespit edilmiştir. Bununla beraber öğretmen adaylarının uzamsal düşünmenin ilköğretim programının içine yerleştirilmesinin gerekli olduğuna inandıkları belirlenmiştir.

Uzamsal yeteneğin eğitilmesinde birçok farklı dinamik geometri yazılımı, görsel manipülatif ve bilgisayar oyununun etkililiği test edilirken, daha çok mühendislik ve mimarlık alanında kullanılan 3B bir modelleme yazılımı olan Google SketchUp'ın da sahip olduğu özellikler dolayısıyla uzamsal yeteneğin gelişimine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Google SketchUp (GSU), dinamik özellikte bir 3B modelleme yazılımıdır. İlk olarak 2000 yılında Last Software şirketi tarafından SketchUp adıyla piyasaya sürülen bu yazılımın 2006 yılında LastSoftware'i satın alan Google tarafından ileri sürümleri geliştirilmiştir. Daha çok mimari ve inşaat mühendisliği alanlarına uygun olarak geliştirilmiş olan bu yazılım, içerdiği özellikler sayesinde, zamanla endüstri mühendisliği, bahçe tasarımı, oyun endüstrisi gibi değişik alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Yazılımın internet üzerinden ücretsiz olarak indirilebilen sürümleri olduğu gibi lisanslı ve daha profesyonel sürümleri de bulunmaktadır. Bu yazılımı diğerlerinden ayıran en önemli özellik ise kapsamlı ve öğrenilmesi kolay araç takımlarının olmasıdır. Bununla beraber 6. sürümünde bulunan Türkçe dil seçeneği yazılımın Türkiye'deki kullanımını daha kolay hale getirmektedir. GSU'ya özgü olan araçlar ve işlevleri ise şunlardır (Koroghlanian, 2010; Murdock 2009):

Tablo 2.2.







*GSU'nun araç takımı ve işlevleri*

<b>Tuş</b>	<b>İsim</b>	<b>Tanım</b>
	Seç	Bir şeklin üzerine sürükleyip onu seçmek için kullanılır.
	Çizgi (L)	Başlangıç ve bitiş noktalarını belirleyerek doğrular çizmek için kullanılır.
	Dikdörtgen	Dikdörtgen çizmek için kullanılır. Önce boş sayfaya tıklanarak bir köşesi oluşturulur. Karşı köşe tıklanarak şekil oluşturulur.
	Daire	Birinci tıklamada dairenin merkez noktası seçilir. İkinci tıklamada dairenin yarıçap uzunluğu belirtilerek daire oluşturulur.
	Yay	Önce yayın başlangıç ve bitiş noktaları işaretlenir. Daha sonra fare sürüklenerek yayın yarıçapı belirlenir.
	Bileşen yap	Farklı şekilleri tek bir bileşende birleştirmek için kullanılır.
	Silgi (E)	Şekilleri silmek için kullanılır.
	Şerit metre (T)	Uzunlukları ölçmek için kullanılır. İşlem sırasında ölçüm değeri sağ alttaki ölçüm kutusunda görülür.
	Boya kovası (B)	Şekillerin yüzeylerini boyamak için kullanılır.
	Genişlet/Daralt (P)	Bir yüzeyi dik bir doğrultuda hareket ettirerek ona hacim kazandırmak için kullanılır (2B şekillerden 3B şekillere geçiş için kullanılır).



Tablo 2.2.

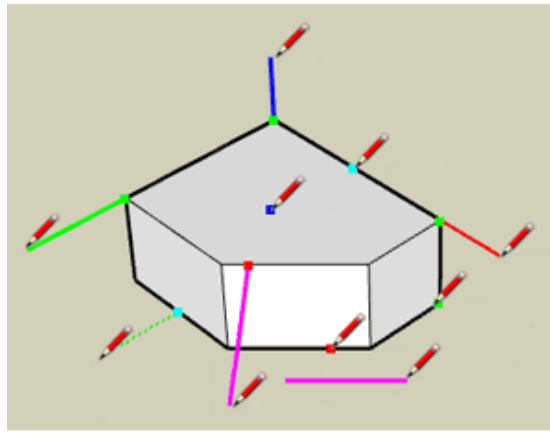
*GSU'nun araç takımı ve işlevleri (Devamı)*

	Taşı/Kopyala (M)	Seçili olan şekli hareket ettirmek veya hareket ettirirken CTRL tuşuna basarak benzerini oluşturup hareket ettirmek için kullanılır.
	Döndür (Q)	Şekilleri eksenlere göre belli açılarda hareket ettirmek için kullanılır.
	Belirli uzaklıkta kopyasını oluştur (F)	Seçili olan yüzeyin belli büyüklük oranında kopyasını oluşturmak için kullanılır.
	Yörünge (O)	Kamerayı eksenlerin orijinine göre döndürmek için kullanılır.
	Yatay kaydır (H)	Kamerayı yatay ve dikey hareket ettirmek için kullanılır.
	Yakınlaştır/Uzaklaştır (Z)	Görüntüyü yakınlaştırmak ve uzaklaştırmak için kullanılır.

Bu temel araçların yanında yazılımın sahip olduğu diğer önemli özellikler şunlardır:

*Ölçü kontrol kutusu:* GSU, çizim ve modelleme yapılan her durumda kullanıcıya ekranın sağ alt köşesinde ölçüm bilgisi verir. Oluşturulan bir doğrunun uzunluğu, karenin kenar uzunlukları, döndürülen bir şeklin döndürme açısı, üç boyutlu bir cismin yüksekliği bu ölçü kontrol kutusunda belirir.

*Renk bildirim:* Modelleme yaparken GSU, imlecin 3B model boşluğunda tam olarak nerede olduğuyla ilgili renk kodlu geri bildirim sunar. Yeşil noktalar imlecin köşe noktalarında, kırmızı noktalar imlecin kenarda, açık mavi noktalar imlecin kenarların orta noktalarında ve koyu mavi noktalar imlecin yüzeyde olduğunu gösterir. Kırmızı, mavi ve yeşil çizgiler eksen yönlerine karşılık gelir. Pembe çizgiler ise çizilen doğrunun belirli bir kenara veya yüzeye paralel olduğunu gösterir (Bkz. Şekil 1).

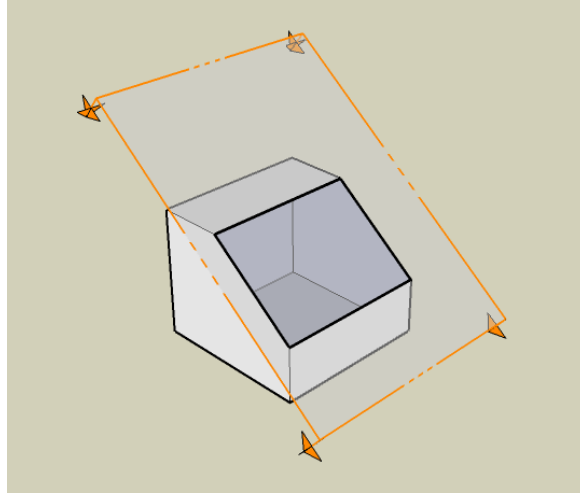


*Şekil 1. GSU'da nokta ve doğrunun konumuna ilişkin renk bildirim*

*Görüntüyü dışarı aktarma:* GSU, 10.000 piksel kareye kadar tarama görüntülerini dışarı aktarmaya olanak sağlar, bu sayede e-posta ile gönderilebilecek, bir belgeye bastırılabilir veya duvara yansıtılabilir bir görüntü oluşturulabilmektedir.

*Stiller:* Bu araç yardımıyla oluşturulan 3B şeklin içi görünebilir. Ayırtlar daha iyi incelenebilir ve şekil içinde çizimler yapılabilir.

*Kesit alma :* “Kesit düzlemi” butonunu kullanarak üç boyutlu şekillerin dikey veya yatay kesitleri alınabilmektedir (Bkz. Şekil 2).



*Şekil 2. GSU’da cisim üzerinde kesit alma işleminin yapılması*

*Kamera yerleştirme, yürüme ve çevreye bakma:* Bu seçenekler kullanıcıya oluşturduğu şekillerin etrafında yürüme, onların içine girme ve şekillere farklı noktalardan bakma olanağı vermektedir.

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde GSU’nun kullanımına yönelik alanyazında az sayıda çalışma yer almakla birlikte Fleron (2009), GSU yazılımının (a) 3B uzay ortamı içinde geometrik cisimlerin özelliklerinin daha iyi incelenmesini sağlayacağını; (b) yazılımın araç takımı sayesinde her çeşit geometrik yapının oluşturulmasına imkân vereceğini; (c) yazılım içindeki “kamera” butonu ile yapıların farklı yönlerden görüntülerinin elde edilmesinin perspektif konusunun öğretimine katkı getireceğini; (d) şekilleri döndürme özelliği sayesinde dönüşüm geometrisinin ve simetri kavramının öğrenimini kolaylaştıracağını; (e) kesit alma özelliği sayesinde cisimlerin arakesit yüzeylerinin daha iyi anlaşılmasına olanak vereceğini öne sürmüştür. Tüm bunlardan hareketle Fleron, GSU’nun uzamsal yeteneğin eğitiminde çok güçlü bir teknolojik araç olduğunu belirtmiştir. İlköğretim ikinci kademe öğrencileriyle yürütülen deneysel bir çalışmada da La Ferla ve diğerleri (2009) GSU’da oluşturulan hareketli 3B modellerin ABD ve Türkiye’deki öğrencilerin 3B yapıları anlama düzeylerine

etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Her iki ülkede de deney ve kontrol grupları ile yürütülen uygulamalarda deney gruplarına GSU’da 3 boyutlu yapı inşa etme ve bunları hareketli şekilde incelemeyi içeren etkinlikler yapılmıştır. Çalışmada veriler Uzay İlişkileri Testi (Space Relations Test), Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinde Döndürme Testi ile toplanmıştır. Son test puanlarına ilişkin analiz sonuçları, Türkiye’deki deney grubunun hem Uzamsal Görselleştirme hem de Zihinde Döndürme son testi, Amerika’daki deney grubunun ise sadece Zihinde Döndürme son test puanlarının geleneksel yöntemle öğretim yapılan kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Her iki ülkede Uzamsal Görselleştirme Testi’ne ilişkin ortaya çıkan farklılaşmanın öğrencilerin farklı matematik deneyimlerine sahip olmasından kaynaklanabileceği öne sürülürken GSU yazılımının öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmek üzere öğretim programlarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Başka bir araştırmada ise, Dorta ve diğerleri (2008) mühendislik fakültesi öğrencileri üzerinde yaptıkları pilot çalışmada GSU destekli modellemeleri içeren hızlandırılmış kursların uzamsal yeteneğin geliştirilmesindeki etkililiğini değerlendirmişlerdir. Uzamsal yeteneğin ölçülmesi amacıyla Mental Rotation Test (zihinsel döndürme testi) ve yüzey açılımlarını kapatma becerisine yönelik Differential Aptitude Test kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları uygulamaların her iki teste ilişkin puanlarda da anlamlı düzeyde artış sağladığını göstermiştir. Buradan hareketle uzamsal yeteneğin özel çalışmalarla geliştirilebileceği ortaya koyulurken GSU yazılımında yürütülen çalışmaların bu bağlamda iyi bir alternatif olabileceği öne sürülmüştür.

GSU’nun üniversite düzeyindeki katı cisimlerin öğretimindeki kullanılabilirliğinin değerlendirildiği bir araştırmada ise Kurtuluş ve Uygan (2010) ilköğretim matematik

öğretmenliği programındaki öğrencilerin GSU ortamında tamamlayacakları farklı türde problemler tasarlamış ve yapılan öğretim sürecini gözleyerek araştırmacı günlüklerine kaydetmişlerdir. Süreç incelendiğinde yazılımın katı cisimler konusunun öğretiminde etkin bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu yazılımın konunun öğrenilmesinde getirdiği avantajlar; öğrencilerin çizimleri verilen cisimleri, dinamik ortamda kolayca oluşturabilmeleri, döndürebilmeleri, parçalayabilmeleri, onların düzlemsel kesitlerini alabilmeleri ve üzerlerinde çizim yapabilmeleridir. Programın eksiklikleri ise açılımları verilen cisimlerin oluşturulmasının ve tersine verilen kapalı cismin açılımını oluşturmanın zorluğu olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte yazılımı kullanmada deneyimler arttıkça öğrencilerin farklı çözüm yolları geliştirdikleri, etkinlikleri hızlı bir şekilde tamamladıkları ve öğrenme ortamından keyif aldıkları gözlemlenmiştir.

## Bölüm 3

### Yöntem

Bu bölümde çalışmada kullanılan araştırma modelleri, çalışma grubu, veri toplama araçları, işlem süreci ve elde edilen verilerin nasıl çözümlendiği açıklanmaktadır. Yapılan araştırmada nicel ve nitel yöntemler birlikte kullanılırken araştırmanın birinci aşamasında katı cisimlerin öğretiminde üç boyutlu modelleme yazılımı ve somut model destekli uygulamaların öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisini belirlemek amacıyla deneysel araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında ise çalışma grubunun yapılan uygulamalara ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması modeli kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri çerçevesinde deneysel araştırma sonuçlarının sebeplerinin incelenmesi ve ayrıntılı sonuçlara ulaşılması amaçlanmıştır.

#### 3.1.Deneysel Araştırma Modeli

Deneysel araştırma modelleri, neden sonuç ilişkilerini belirlemeye çalışmak amacı ile doğrudan araştırmacının kontrolü altında, gözlenmek istenen verilerin üretildiği araştırma modelleridir. Deneysel modellerde gözlenmek istenenlerin araştırmacı tarafından üretilmesi söz konusudur. Bu tür araştırmalarda mutlaka bir karşılaştırma söz konusudur. Bu belli bir değişkenin belli bir grup içindeki değişimi söz konusu olabileceği gibi gruplara ilişkin değişkenler arasındaki ayrımların karşılaştırılması da söz konusu olabilmektedir (Karasar, 2005; s. 87-88). Deneysel bir çalışmada araştırmacı en azından bir bağımsız değişkeni manipüle eder ve bunun bir veya daha çok bağımlı değişken üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışır (Altunışık vd., 2010; s.65).

Araştırmanın bağımsız değişkenleri; üç boyutlu modelleme yazılımı ve somut model destekli uygulamalardır. Bağımlı değişkenleri ise uzamsal yetenek kapsamındaki dört ayrı beceri oluşturmaktadır: “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırabilme”, “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturabilme”, “cisimleri zihinde döndürebilme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırabilme”.

Deneyel araştırmada kontrol gruplu ön test-son test deseni kullanılmıştır. İki deney ve bir kontrol grubunun kullanıldığı araştırmada üç boyutlu modelleme yazılımı (Google SketchUp) üzerinde etkinlik yapılan grup GSU grubu, somut modeller üzerinde etkinlik yapılan grup SM grubu; düzlemsel tasvirler üzerinde etkinlik yapılan grup kontrol grubudur. Araştırma deseninin simgesel görünümü Tablo 3’te verilmiştir (Karasar, 2005):

Tablo 3.1.

*Araştırma Deseninin Simgesel Görünümü*

$G_1$	$O_{1.1}$	X	$O_{1.2}$
$G_2$	$O_{2.1}$	X	$O_{2.2}$
$G_3$	$O_{3.1}$		$O_{3.2}$

$G_1$  : GSU grubu

$G_2$  : SM Grubu

$G_3$  : Kontrol Grubu

X : Deneysel işlem

$O_{1.1}, O_{2.1}, O_{3.1}$  : Öntest

$O_{1.2}, O_{2.2}, O_{3.2}$  : Sontest

### 3.2. Durum Çalışması Modeli

Durum çalışmalarındaki amaç belirli bir duruma ilişkin sonuçlar ortaya koymaktır. Bir birey, bir kurum, bir grup, bir ortam çalışılacak durumlara örnek oluşturabilir. Bununla birlikte nitel durum çalışmasının en önemli özelliği bir ya da birkaç durumun derinliğine araştırılmasıdır. Yani bir duruma ilişkin etkenler (ortam, bireyler, olaylar, süreçler vb.) bütüncül bir yaklaşımla araştırılır ve ilgili durumu nasıl etkiledikleri ve ilgili durumdan nasıl etkilendikleri üzerine odaklanılır. Durumlar birbirinden farklı olduğu için bu tür çalışmaların sonuçları genellenemez. Ancak bir duruma ilişkin olarak elde edilen sonuçlar benzer durumların anlaşılmasına yönelik örnek ve deneyimler oluşturur (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Nitel araştırma verilerinin toplanmasında genellikle görüşme, gözlem ve yazılı dokümanların incelenmesi kullanılırken bu yöntemlerden en sık kullanılanı görüşmedir. Bu yöntemde sözlü iletişim yoluyla veriler toplanabildiği gibi yazılı görüşme formlarıyla da görüşler elde edilebilmektedir (LeCompte ve Goetz, 1984; akt: Yıldırım ve Şimşek, 2008). Patton (1987; akt: Yıldırım ve Şimşek, 2008) görüşme yöntemi kapsamında üç tür yaklaşımdan söz etmektedir. Bunlar, sohbet tarzı görüşme, görüşme formu yaklaşımı ve standartlaştırılmış açık uçlu görüşme tarzı yaklaşımlarıdır.

Sohbet tarzı görüşme yaklaşımında, genellikle araştırmacının gözlem amacıyla doğrudan ortama katılımı söz konusudur. Sorular sözlü olarak, etkileşimin doğal akışı içinde sorulur ve görüşülen kişi bir görüşmenin içinde olduğunu bile fark etmeyebilir. Görüşme formu yaklaşımında, görüşmeci önceden hazırladığı konu veya alanlara sadık kalarak, hem önceden hazırlanmış soruları sorma, hem de bu sorular konusunda daha ayrıntılı bilgiler almak amacıyla daha ayrıntılı bilgi almak için ek sorular sorma özgürlüğüne sahiptir. Standartlaştırılmış açık uçlu görüşmede ise daha önceki yaklaşımlarda görüşmeciye tanınan



esneklik, bu yöntemde kısıtlandırılmıştır. Ayrıca bu yöntemde “görüşmeci yanlılığı ve esnekliği” de azaltılmaktadır. Bu yaklaşım içinde sorular sistematik bir sıra içinde bütün deneklere aynı şekilde sorulduğu için araştırmacının sürece etkisini en aza indirmekte ve verilerin karşılaştırılmasını ve analiz edilmesini kolaylaştırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Yapılan araştırmada, GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde uygulamalar yapılan üç gruptaki 24'er öğretmen adayının yapılan uygulamalara ilişkin görüşlerinin araştırılması amacıyla standartlaştırılmış görüşme yaklaşımı benimsenmiş ve görüşler açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formlarıyla yazılı olarak toplanmıştır.

### 3.3. Katılımcılar

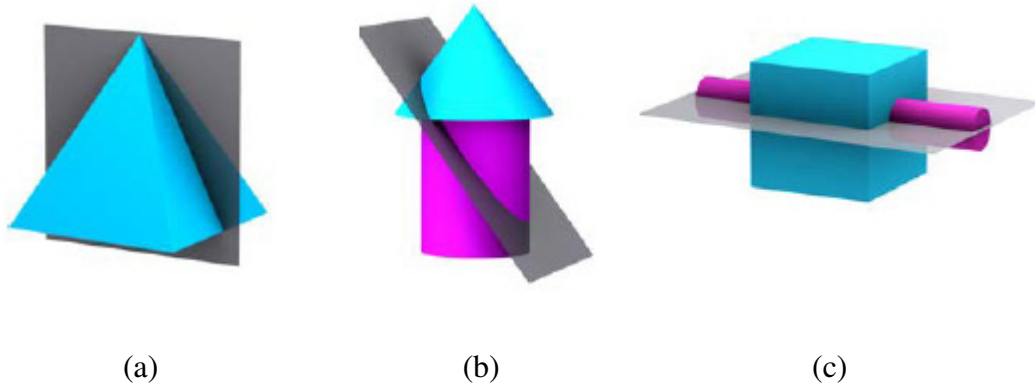
Bu çalışma 2009-2010 öğretim yılı bahar yarıyılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programındaki toplam 72 öğretmen adayı üzerinde yapılmıştır. YÖK tarafından belirlenen ilköğretim matematik öğretmenliği öğretim programındaki Geometri dersinin 2. yarıyıl dersi olarak yer alması sebebiyle araştırma grupları 1. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur. Deneysel araştırma kısmında birinci deney grubunda 24, ikinci deney grubunda 24 ve kontrol grubunda 24 öğretmen adayı yer almıştır. Nitel araştırma kısmında bu üç grubun yapılan uygulamalara ilişkin ayrı ayrı görüşleri alınmıştır.

### 3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın deneysel kısmında öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini ölçmek amacıyla Santa Barbara Solids Test (SBST) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır (Bkz. Ek.B). Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bölümde ise yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak veriler toplanmıştır (Bkz. Ek.C)

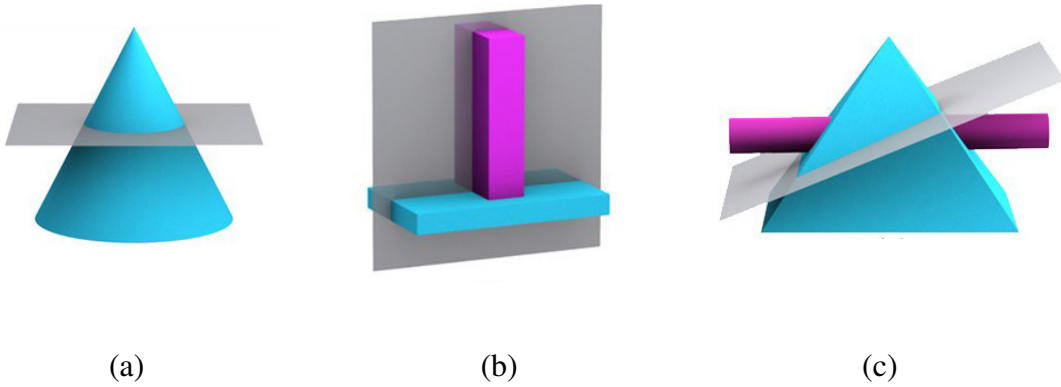
### 3.4.1. Santa Barbara Solids Test

Çalışma grubunun “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerilerini ölçmek amacıyla Santa Barbara Üniversitesi’nden Cohen ve Hegarty (2007)’nin geliştirdikleri Santa Barbara Solids Test (SBST) kullanılmıştır. Bu test 30 tane çoktan seçmeli maddeden oluşmuş olup her sorunun cevap seçeneği 4 tanedir. Testteki sorular katı cisimlerin yapılarına ve cisimleri kesen düzlemlerin eğimine göre farklılaşmaktadır. Testte tek cisimlerin arakesit yüzeyini, birleşik cisimlerin arakesit yüzeyini ve iç içe geçmiş cisimlerin arakesit yüzeyini içeren üç farklı türde sorular yer almaktadır (Bkz. Şekil 3).



Şekil 3. SBST sorularındaki cisimler: (a) tek, (b) birleşik, (c) iç içe geçmiş.

Diğer yandan bu testteki sorular, cisimleri kesen düzlemlerin eğimlerine göre de üçe ayrılmaktadır. Testteki sorularda düzlemler yatay, dikey ve eğik olarak cisimleri kesmektedirler (Bkz. Şekil 4).



Şekil 4. SBST sorularında cisimleri kesen düzlemler: (a) yatay, (b) dikey, (c) eğik.

Cohen ve Hegarty (2007), cisimlerin arakesit yüzeylerinin tahmininde iki farklı zihinsel sürecin gerçekleştiğini belirtmiştir. Bir yandan cisim ile düzlemin kesişim yüzeyi zihinde oluşturulurken, aynı zamanda kesişim yüzeyine tam karşıdan bakıldığı hayal edilmektedir. SBST’deki örnek bir kesişim ve ortaya çıkan arakesit yüzeyinin görüntüsü Şekil 5’te görülmektedir.



Şekil 5. (a) Yatay kesilen cisim, (b) arakesit yüzeyinin görüntüsü.

Cisimlerin düzlemlerle kesişiminde özellikle iç içe geçmiş ve birleşik cisimlerin arakesit yüzeyleri bulunurken zihinde daha zor ve karmaşık işlemlere ihtiyaç duyulurken bu noktada uzamsal görselleştirme becerisi daha etkin olarak kullanılmaktadır. Diğer yandan oluşan

arakesit yüzeyini zihinde döndürme veya arakesit yüzeyine tam karşıdan bakıldığını hayal etme işlemleri sırasıyla uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim ile ilgilidir.

SBST uygulanmadan önce teste ait yönergeler araştırmacı tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir. Daha sonra Türkçe, İngilizce ve Matematik alan uzmanlarının görüşleri alınarak çevirinin uygun olduğuna karar verilmiştir. Testin güvenilirliğini belirlemek amacıyla 122 üniversite öğrencisine uygulanarak ve toplanan veriler üzerinde KR 20 güvenilirlik analizi yapılmış ve testin güvenilirlik katsayısı 0.84 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte SBST'nin geliştirilme sürecinde Cohen ve Hegarty (2007) testin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısını 0.86 olarak belirlemiş ve testin güvenilirliğini yeterli kabul etmiştir.

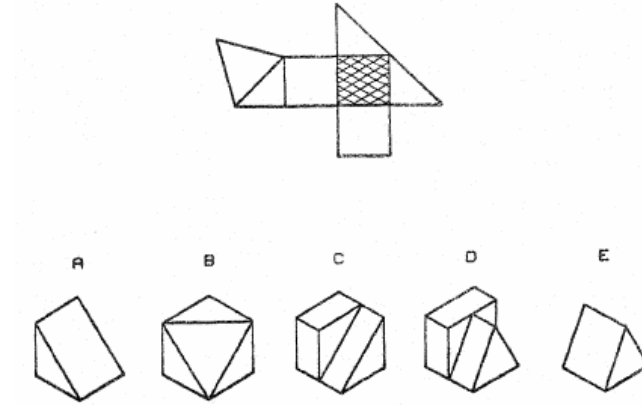
### 3.4.2. *Purdue Spatial Visualization Test*

Araştırmada, “yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı açılardan görünümünü zihinde canlandırma” becerilerini ölçmesi amacıyla 1977 yılında Guay tarafından, 36 çoktan seçmeli maddeden oluşacak şekilde geliştirilen Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır (Bodner ve Guay, 1997). PSVT üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler, 12'şer maddeden oluşan, *Açılımlar (Developments)*, *Döndürme (Rotations)*, *Görünümler (Views)* başlıkları altında geliştirilmiştir (Bkz. Ek.B). Her üç bölümdeki yönergeler araştırmacı tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiş ve çeviriye ilişkin İngilizce, Türkçe ve Matematik alan uzmanlarının onayı alınmıştır.

#### 3.4.2.1. *Açılımlar (Developments)*

Bu bölüm, “yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde canlandırma” becerisini ölçmektedir. Bu beceri, uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal görselleştirme ile ilişkilidir. *Açılımlar* bölümündeki her bir maddede öğrencilerden, taralı yüzey taban yüzeyi

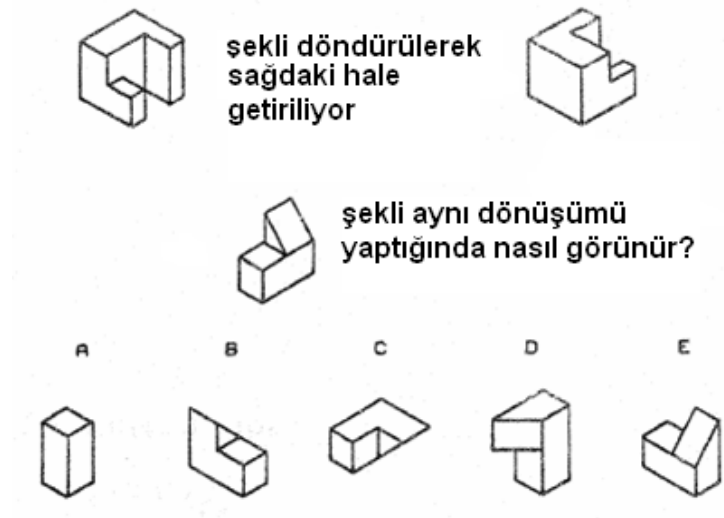
olacak şekilde, verilen yüzey açılımlarının hangi geometrik şekle ait olduğunu tahmin etmeleri ve 5 cevap seçeneği arasından doğru olanı bulmaları istenmektedir. Bu bölüme ait örnek bir madde Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6. PSVT'nin “Açılımlar” bölümüne ait bir örnek madde

#### 3.4.2.2. Döndürme (Rotations)

Bu bölüm, öğrencilerin “geometrik cisimleri zihinde döndürme” becerilerini ölçmektedir. Bu beceri uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal ilişkilerin kapsamında kullanılmaktadır. *Döndürme* bölümündeki maddelerde önce örnek bir döndürme verilmektedir. Bu örnekte üç boyutlu bir geometrik cismin x,y ve z eksenlerine göre belli dönmeleri gerçekleştirdikten sonraki pozisyonu gösterilmektedir. Buna göre öğrencilerden aynı döndürmeyi alt kısımda verilen cisim için gerçekleştirdiklerinde cismin nasıl bir pozisyona geleceğini tahmin ederek 5 cevap seçeneği arasından doğru olanı bulmaları istenmektedir. Bu bölüme ait örnek bir madde Şekil 7’de verilmiştir.

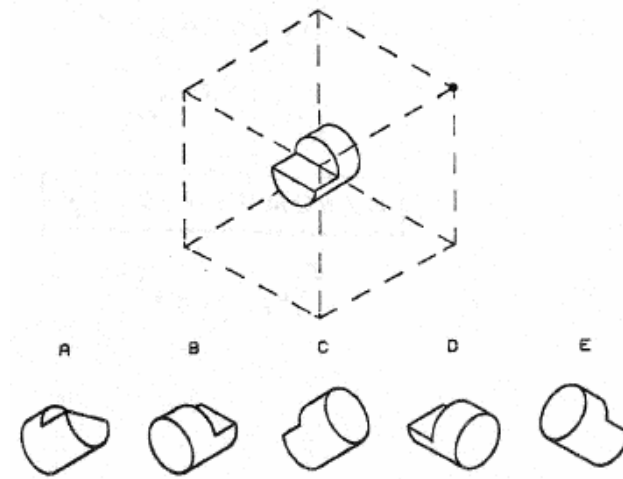


Şekil 7. PSVT'nin "Döndürme" bölümüne ait örnek bir madde

### 3.4.2.3. Görünümler (Views)

Bu bölüm "cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma" becerisini ölçmektedir. Bu beceri, uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal yönelim ile ilgilidir.

*Görünümler* bölümünün maddelerinde, geometrik bir cisim cam bir küpün tam merkezine yerleştirilmiş ve küpün köşelerinden birisi işaretlenmiştir. Öğrencilerden belirtilen köşeden baktıklarında geometrik cisimi nasıl göreceklarini tahmin ederek 5 cevap seçeneği arasından doğru olanı seçmeleri istenmektedir. *Görünümler* bölümüne ait örnek bir problem Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. "Görünümler" bölümüne ait örnek bir madde.

Branoff (1998), PSVT'nin iç tutarlılığına ilişkin yaptığı KR-20 analizinde testin iç tutarlılık katsayılarını 0.82 ve 0.80 olarak hesaplarken; Battista ve diğerleri (1982), PSVT'yi 82 öğretmen adayı üzerinde uygulamış ve ortaya çıkan veriler üzerinde yaptığı analiz sonucunda testin güvenilirlik katsayısını 0.80 olarak tespit etmiştir. Bunun yanında Guay (1980), yapmış olduğu güvenilirlik analizinde PSVT'yi farklı alanlardan üç çalışma grubuna (217 üniversite öğrencisi, 51 makinist ustası ve 101 üniversite öğrencisi) uygulamış ve güvenilirlik katsayılarını sırasıyla 0.87, 0.89 ve 0.92 olarak hesaplamıştır (akt; Baki vd., 2009). Diğer yandan, yapılan araştırmada da PSVT, güvenilirlik çalışması için 181 üniversite öğrencisine uygulanmış ve veriler üzerinde yapılan KR 20 güvenilirlik analizi sonucunda güvenilirlik katsayısı 0.84 olarak hesaplanmıştır. PSVT'nin bölümlerine ilişkin yapılan güvenilirlik analizlerinde ise *Açılımlar*, *Döndürme* ve *Görünümler* bölümlerine ilişkin KR 20 güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.67, 0.69 ve 0.66 olarak hesaplanmıştır.

### 3.4.3. Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğretmen adaylarının katı cisimlerin öğretiminde yapılan etkinliklere ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan ve 3 açık uçlu sorudan oluşan yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Formda yer alan sorular araştırmacı tarafından hazırlanmış ve matematik eğitimi alanındaki 3 uzmanın onayı alınmıştır (Bkz: Ek C).

### 3.5. Uygulama Süreci

Katı cisimler konusuna yönelik üç gruba da probleme dayalı etkinliklerin yer aldığı uygulamalar yapılmıştır (Bkz. Ek. C). Bu uygulamalar çerçevesinde üç gruba da aynı çalışma kâğıtları dağıtılırken 1.deney grubu GSU, 2.deney grubu SM kullanarak problemlerdeki cisimleri incelemişlerdir. Kontrol grubu ise cisimleri kâğıttaki düzlemsel tasvirleri üzerinde incelemiştir. Katı cisimler konusunun içeriğine uygun olarak planlanan ortak uygulama takvimi Tablo 3.2’de görülmektedir.

Tablo 3.2.

#### *Uygulama Takvimi*

DERS	İÇERİK	AÇIKLAMA
1.Hafta	Ön testlerin uygulanması. Öğretim sürecine ilişkin açıklamalar	SBST ve PSVT'nin ön test olarak öğrencilere uygulanması. Yapılacak uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının bilgilendirilmesi ve konunun içeriğinin hatırlatılması.
2.Hafta	Prizmalar ve piramitler ile ilgili uygulamalar	Prizma ve piramitlerin hacimleri ve arakesit yüzeyleri ile ilgili farklı türde problemler üzerinde çözüm yollarının düşünülmesi ve uygulanması.
3.Hafta	Prizma, silindir ve piramitlere ilişkin uygulamalar	Prizma, silindir ve piramitlerin hacim, yüzey alanı ve arakesit yüzeylerine ilişkin farklı türde problemler üzerinde çözüm yollarının düşünülmesi ve uygulanması.
4.Ders	Silindir ve koni ile	Silindir ve koninin hacim ve yüzey alanına ilişkin problemler üzerinde



Tablo 3.2.

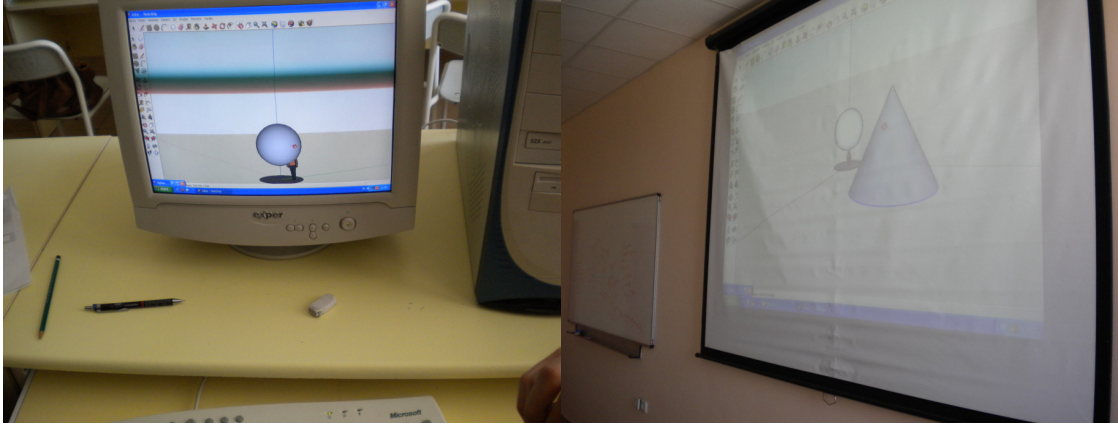
*Uygulama Takvimi (Devamı)*

	ilgili uygulamalar	çözüm yollarının düşünülmesi ve uygulanması.
5.Ders	Prizmalar, piramitler ve koniye ilişkin uygulamalar	Prizmalardan oluşan cisimlerin yüzey açılımlarının yapılması ve yüzey açılımları verilen prizma ve piramitlerin oluşturulmasına ilişkin problemlerin tamamlanması. Koninin yüzey açılımına ve yüzey alanına ilişkin probleme dayalı etkinliklerin yapılması
6.Ders	Silindir, koni ve küreye ilişkin uygulamalar	Silindir ve koninin yüzey açılımına ve yüzey alanına; kürenin hacmine ve arakesit yüzeyine ilişkin problemlere çözüm yolları geliştirilmesi ve uygulanması.
7.Ders	Son testlerin uygulanması	SBST ile PSVT'nin son test olarak uygulanması

Bununla birlikte yapılan uygulamalarda her üç grup da aynı çalışma kâğıtlarını tamamlamışlardır. Çalışma kâğıtlarındaki problemlerin çözümü sırasında, GSU kullanan birinci deney grubu kâğıtta çizimleri verilen cisimleri yazılımdaki 3B modelleri üzerinden analiz ederken, ikinci deney grubu aynı cisimlerin somut modellerini inceleyerek problemlere çözüm yolları geliştirmişlerdir. Diğer yandan, kontrol grubu cisimleri sadece kâğıt üzerinde verilen düzlemsel tasvirler üzerinden incelemiştir.

### 3.5.1. GSU Grubunun Uygulama Süreci

Öğretimin birinci haftasında GSU grubuna önce SBST ve PSVT ön-testleri uygulanmıştır. Daha sonra ise bilgisayar laboratuvarında GSU yazılımının araç takımı tanıtılmış ve her bir aracın kullanımına ilişkin alıştırmalar yapılmıştır. Araçların kullanımlarına ilişkin gösterimler projeksiyon cihazıyla öğrencilere sunulurken, bu sırada öğrenciler bilgisayar başında örnek gösterimlerden yararlanarak istenilen şekilleri oluşturmuşlardır (Bkz. Şekil 9).



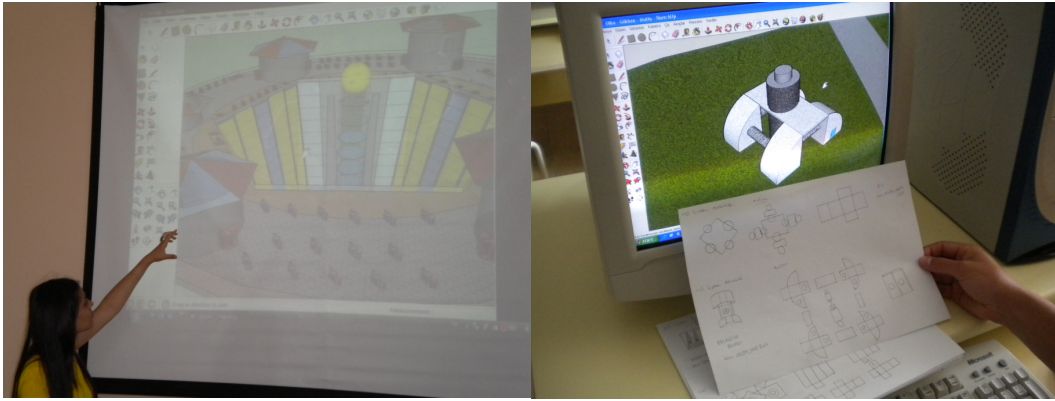
*Şekil 9. GSU'nun araçlarının tanıtılması ve alıştırılmaları*

Daha sonraki haftalarda çalışma takvimine uygun olarak, sırasıyla prizmalar, piramitler, silindir, koni ve küreye ilişkin hacim, yüzey alanı ve kesit yüzeylerine ilişkin problemlerin yer aldığı çalışma kâğıtları tamamlanmıştır. Ayrıca yapılan uygulamalarda küre haricindeki cisimlerin yüzey açılımlarına ilişkin problemlere de yer verilmiştir. Çalışma kâğıtlarında yer alan problemlerde, öğrenciler şekillerin kâğıt üzerindeki düzlemsel tasvirlerini görmüşler ve problemlerin çözüm yollarını geliştirirken cisimlerin özelliklerini GSU'daki 3B modelleri üzerinde analiz etmişlerdir. Bu süreçte öğrenciler bilgisayar ortamındaki modelleri döndürerek şekle farklı açılardan bakmışlar, cisimlerin ayrıtları arasındaki ilişkileri araştırmışlar, üzerlerinde çizimler yapmışlar, şekilleri parçalamışlar ve yüzey açılımlarını kapatmışlardır. Araştırmacı öğretmen çalışmanın ilk haftalarında yazılımı kullanmada sorun yaşayan öğrencilere araç takımını kullanmada yol göstermiştir. Bununla birlikte süreç içinde bazı şekillerin incelenmesini kolaylaştıracak yeni araçlar öğrencilere tanıtılmıştır. Çalışmalar süresince öğrencilerin ikiyeşerli gruplar oluşturarak problemlerin çözüm yollarına ilişkin tartışma yapmaları sağlanmıştır.

Yapılan çalışmalara paralel olarak öğretmen adaylarına GSU'da tamamlayacakları bir performans ödevi verilmiştir. Bu ödevde öğretmen adaylarının üçer kişilik gruplar

oluşturarak GSU ortamında bir site inşa etmeleri, bu sitenin içinde yer alan yapıları ise sıradışı geometrik özelliklere sahip olacak şekilde oluşturmaları istenmiştir. Bununla birlikte oluşturdukları sitenin krokisini, yapıların sahip olduğu geometrik şekillerin isimlerini, hacimlerini, yüzey açılımlarını ve yüzey alanlarını hesaplayarak raporlaştırmaları istenmiştir. Ödevle ilişkin yönergeler öğrencilerin her an kolay bir şekilde ulaşabilmeleri için bir internet sitesi (<http://www.oguwebquest.net/>) oluşturularak kaydedilmiştir.

Son hafta öğrenciler performans ödevi kapsamında GSU'da hazırlamış oldukları ürünlerin sunumlarını yapmışlardır (Bkz. Şekil 10).



*Şekil 10. GSU grubunun performans ödevi ürünlerinin sunulması*

Bu sunumlarda öğrenciler yapıları nasıl tasarladıklarını, yüzey alanları ile hacimlerini nasıl hesapladıklarını ve yüzey açılımlarını kâğıda nasıl çizdiklerini açıklamışlardır.

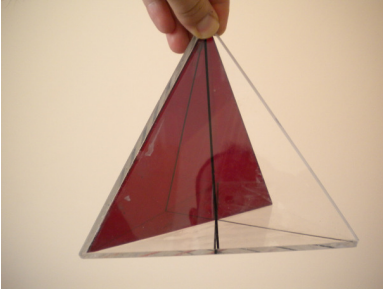

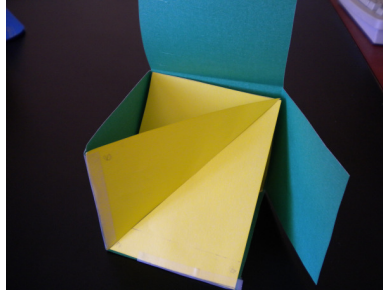
Öğrencilerin ürün dosyaları incelenmiş ve yapıların hacim, yüzey alanı hesabı ve yüzey açılımı çizimlerine ilişkin verileri değerlendirilmiştir. Bu verilerde eksik ve hatalı görülen noktalar belirtilmiş ve öğrencilere ürünle ilgili sorular yöneltilmiştir. Yapılan sunumlardan sonra SBST ve PSVT son testleri öğrencilere uygulanmıştır.

### 3.5.2.SM Grubunun Uygulama Süreci

Uygulamanın ilk haftasında SM grubuna önce SBST ve PSVT ön-test olarak uygulanmış, daha sonra yapılacak uygulamalara ve konunun içeriğine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Sonraki haftalarda çalışma takvimine uygun olarak sırayla prizmalar, piramitler, silindir, koni ve küreye ilişkin yüzey alanı, hacim ve arakesit yüzeyleri ile ilgili problemlerin yer aldığı çalışma kâğıtları kullanılmıştır. Kâğıt üzerindeki şekiller incelenirken öğretmen adayları ellerine aldıkları somut modellerden yararlanmışlardır. Uygulamalar süresince incelenen somut modeller MEB'in plastik öğretim materyalleri ve araştırmacının karton ve sanayi ürünlerinden yaptığı maketlerden oluşmuştur. Tablo 3.3'te kullanılan modellerin yapıldıkları malzemeye göre türleri görülmektedir.

Tablo 3.3.

#### *Uygulamalarda Kullanılan Somut Modellerin Yapıldığı Malzemeler*

<i>Plastik MEB Materyali</i>	<i>Sanayi Malzemeleri</i>	<i>Renkli Kartonlar</i>
		

Yapılan uygulamalarda her öğrenciye bir SM düşmediği için öğretmen adayları modelleri dönüşümlü olarak kullanmışlardır. Bununla birlikte zamanı verimli kullanmak amacıyla dörder kişilik gruplar oluşturulmuş ve her grup farklı bir problemde başlayarak o probleme ait olan SM'yi incelemiştir. Gruplar bir sonraki probleme geçtiklerinde somut

modelleri aralarında değişmişlerdir. Ayrıca grup çalışması içinde öğrencilerin problemlerin çözüm yollarına ilişkin fikirlerini paylaşmaları ve tartışma yapmaları sağlanmıştır.

Uygulamalar süresince öğrencilere modelleri kendilerinin tasarlayacakları bir performans ödevi verilmiştir. Bu ödevde öğretmen adaylarının karton, plastik ve değişik sanayi malzemelerini kullanarak bir site inşa etmeleri, bu sitenin içinde yer alan yapıları ise günümüzden farklı geometrik özelliklere sahip olacak şekilde oluşturmaları istenmiştir. Bununla birlikte ödev sürecinde öğrencilerin oluşturdukları sitenin krokisini çizmeleri, yapıların sahip olduğu geometrik cisimlerin isimlerini listelemeleri; cisimlerin hacimlerini, yüzey açılımlarını ve yüzey alanlarını hesaplayarak raporlaştırmaları istenmiştir.

Son hafta öğrenciler performans ödevi kapsamında hazırladıkları ürünlerin sınıfta sunumlarını yapmışlardır (Bkz. Şekil 11).



*Şekil 11. SM grubunun performans ödevi ürünlerinin sunulması*

Bu sunumlarda öğrencilerin tasarladıkları yapıların modelleri sergilenmiş ve bu yapıların ayırıt uzunluğu, hacim ve yüzey alanı gibi özelliklerinin sayısal verilerinin hesaplanmasına ilişkin bilgiler verilmiştir. Bununla birlikte yapıların yüzey açılımlarının

çizimleri sunumda açıklanarak modellerle karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu verilerde eksik ve hatalı görülen noktalar belirtilmiş ve öğrencilere ürünle ilgili sorular yöneltilmiştir.

Yapılan sunumlardan sonra SM grubuna SBST ve PSVT son testleri uygulanmıştır.

### 3.5.3. Kontrol Grubunun Uygulama Süreci

Çalışmanın birinci haftasında kontrol grubuna ilk hafta SBST ve PSVT ön-test olarak uygulanmış ve yapılacak uygulamalar ile konunun içeriğine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Sonraki haftalarda deney gruplarına paralel olarak sırayla prizmalar, piramitler, silindir, koni ve küreye ilişkin yüzey alanı, hacim ve arakesit yüzeyleri ile ilgili problemlerin yer aldığı çalışma kâğıtları kullanılmıştır. Çalışmalarda ayrıca geometrik cisimlerin yüzey açılımlarını oluşturmaya yönelik problemlere de yer verilmiştir. Kontrol grubu, problemlerdeki cisimleri kâğıttaki düzlemsel tasvirleri üzerinde incelemiş ve öğretim sürecinde geleneksel öğretim araçları kullanılmıştır. Araştırmacı öğretmen diğer gruplardan farklı olarak anlaşılmayan problemleri tahta üzerinde açıklama yoluna gitmiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının zaman zaman grup çalışması içinde problemlerin çözümüne ilişkin tartışmalar yapmaları sağlanmıştır. Çalışmanın son haftasında SBST ve PSVT son testleri kontrol grubuna tekrar uygulanmıştır.

### 3.6. Verilerin Çözümlemesi

Araştırmanın deneysel bölümünde öncelikle ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği araştırılmıştır. Buradan hareketle SBST, PSVT-Toplam, “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” ön test ve son test puanları üzerinde Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Testten elde edilen sonuçlar Tablo 3.4.’te görülmektedir.

Tablo 3.4.

*Puan Ortalamalarının Dağılımına İlişkin Kolmogorov Smirnov Testi Sonuçları*

Test	Sd	p
SBST Ön test	72	0.200
SBST Son test	72	0.017
PSVT-Toplam Ön test	72	0.005
PSVT-Toplam Son test	72	0.021
Açılımlar Ön test	72	0.000
Açılımlar Son test	72	0.012
Döndürme Ön test	72	0.000
Döndürme Son test	72	0.038
Görünümler Ön test	72	0.004
Görünümler Son test	72	0.005

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları incelendiğinde SBST ön testi dışındaki test ortalamalarına ilişkin p anlamlılık değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak testlerin puan ortalamalarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan testler kullanılmıştır (Altunışık vd., 2010; Baştürk, 2010). SBST ön test puanlarının normal dağılım göstermesine rağmen son test puanlarının normal dağılım göstermemesi sebebiyle grupların SBST ön ve son test ortalamalarına ilişkin yapılan analizlerde de parametrik olmayan testler tercih edilmiştir.

Gruplar arası puan ortalamalarının çoklu karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi, iki grubun puan ortalamalarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi ve ön test ile son test ortalamalarının karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaret Sıralama testi kullanılmıştır.

Yapılan uygulamalardan önce GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun SBST ve PSVT'ye ilişkin ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek

amacıyla Kruskal Wallis testi yapılmıştır. Aynı test, uygulamalardan sonra grupların son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla tekrarlanmıştır. Kruskal Wallis testi sonucunda grup puanları arasında anlamlı fark çıkmışsa, farkın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek amacıyla Mann Whitney U testinden yararlanılmıştır. Bununla birlikte grupların ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaret sıralama testi yapılmıştır. Yapılan tüm analizlerde 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel bölümünde ise öğretmen adaylarının yapılan uygulamalara ilişkin yapılandırılmış görüşme formlarına verdikleri cevaplar üzerinde betimsel analiz yapılarak görüşlere ilişkin temalar, frekans ve yüzdeler tablosu düzenlenmiştir.



## Bölüm 4

## Bulgular

Bu bölümde veriler üzerinde bir önceki bölümde belirtilen analizlerin yapılmasıyla ortaya çıkan bulgular deneysel araştırma bulguları ve nitel araştırma bulguları başlıkları altında sırayla düzenlenmiş ve tablolar şeklinde sunulmuştur.

## 4.1. Deneysel Araştırma Bulguları

Bu bölümde deneysel araştırma sonunda yapılan Kruskal Wallis, Mann Whitney U ve Wilcoxon testlerinin bulgularına ve bulgulara ilişkin yorumlara araştırmanın alt problemlerini cevaplayacak şekilde yer verilmiştir.

## 4.1.1. Üç Grubun Ön Test Ortalamalarının Karşılaştırılması

GSU, SM ve kontrol gruplarının SBST, PSVT-Toplam, Açılımlar, Döndürme ve Görünümler ön testlerine ilişkin puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını incelemek amacıyla ön test puanları üzerinde ayrı ayrı Kruskal Wallis testi yapılmış ve ortaya çıkan bulguların tümü Tablo 4.1.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1.

*Grupların Ön Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları*

	Gruplar	n	$\bar{X}$	SS	Kruskal Wallis Ki-kare	Sd	p
SBST	GSU	24	13.37	6.09	0.552	2	0.759
	SM	24	14.75	7.51			
	Kontrol	24	13.41	4.62			
PSVT Toplam	GSU	24	15.12	5.65	1.251	2	0.535
	SM	24	16.70	6.32			
	Kontrol	24	15.20	5.45			

Tablo 4.1

*Grupların Ön Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları (Devamı)*

Açılımlar	GSU	24	4.50	2.28	0.339	2	0.844
	SM	24	4.95	2.54			
	Kontrol	24	5.00	2.28			
Döndürme	GSU	24	5.33	2.61	2.967	2	0.227
	SM	24	6.20	2.48			
	Kontrol	24	5.12	2.23			
Görünümler	GSU	24	5.29	2.62	0.408	2	0.815
	SM	24	5.54	2.73			
	Kontrol	24	5.08	2.60			

Tablo 4.1.'deki sonuçlar grupların ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ve grupların uzamsal yeteneklerinin eşit düzeyde olduğunu göstermektedir.

*4.1.2. Üç Grubun Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması*

Birinci deney grubu, ikinci deney grubu ve kontrol grubunun SBST, PSVT-Toplam, “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” son test puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını görmek için son test puanları üzerinde ayrı ayrı Kruskal Wallis testi yapılmış ve ortaya çıkan bulguların tümü Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2.

*Grupların Son Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları*

	Gruplar	n	$\bar{X}$	SS	Kruskal Wallis Ki-kare	Sd	p
SBST	GSU	24	18.83	6.16	4.559	2	0.102
	SM	24	17.66	6.61			
	Kontrol	24	15.87	4.73			

Tablo 4.2.

*Grupların Son Test Ortalamalarına İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları (Devamı)*

PSVT-Toplam	GSU	24	20.54	6.59	3.435	2	0.180
	SM	24	19.20	7.29			
	Kontrol	24	16.87	6.75			
p>0.05							
Açılımlar	GSU	24	6.41	2.55	0.427	2	0.808
	SM	24	6.70	2.72			
	Kontrol	24	6.20	3.03			
p>0.05							
Döndürme	GSU	24	6.75	2.92	1.288	2	0.525
	SM	24	6.91	3.02			
	Kontrol	24	6.12	2.52			
p>0.05							
Görünümler	GSU	24	7.37	2.53	13.078	2	0.001
	SM	24	5.58	2.90			
	Kontrol	24	4.54	2.16			
P<0.05							

Tablo 4.2.’deki bulgular grupların SBST, PSVT-Toplam, “Açılımlar” ve “Döndürme” son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Buradan hareketle GSU grubunun, SM grubunun ve kontrol grubunun “cisimlerin ara kesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “yüzey açılımı verilen cisim zihinde oluşturma” ve “cisimleri zihinde döndürme” becerilerinin uygulamalardan sonraki düzeylerinin eşit olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan bulgular grupların “Görünümler” son test ortalamaları arasında ise 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu ortaya koymak için ayrı ayrı ikişerli gruplar üzerinde Mann Whitney U testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4.3.’te sunulmuştur.

Tablo 4.3.

*“Görünümler” Son Test Ortalamalarına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Gruplar	Ortalamalar Farkı	Z	U	p
GSU – SM	1.79	-2.171	183.5	0.030 p < 0.05
GSU – Kontrol	2.83	-3.681	111.0	0.000 p < 0.05
SM – Kontrol	1.04	-1.135	233.5	0.256 p > 0.05

Tablo 4.3.’teki bulgular ışığında GSU grubunun “Görünümler” son test ortalamasının SM ve kontrol grubundan 0.05 istatistik düzeyinde anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan SM grubu ile kontrol grubunun son test ortalamaları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Buradan, GSU grubunun uygulamalardan sonraki “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisinin SM grubundan ve kontrol grubundan daha yüksek olduğu, buna karşılık SM grubu ile kontrol grubunun bu uzamsal becerideki düzeylerinin eşit olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar GSU destekli etkinliklerin, uzamsal yetenek kapsamındaki ilgili becerinin geliştirilmesinde SM ve geleneksel araçlarla düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan etkinliklerden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

*4.1.3. Grupların Ön Test ve Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması*

Bu kısımda grupların ayrı olarak SBST, PSVT-Toplam, “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” ön test ile son test puanlarının karşılaştırmalarına ilişkin Wilcoxon testi sonuçlarına yer verilmiştir.

#### 4.1.3.1. SBST ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması

Bu kısımda ayrı olarak 1.deney grubu, 2.deney grubu ve kontrol grubunun SBST ön test ile son test puanları arasında 0.05 istatistik düzeyinde anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu noktada, üç grubun da SBST ön-test ile son-test puan ortalamaları üzerinde ayrı ayrı Wilcoxon testi yapılarak bulgular Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.4.

#### SBST Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması

Grup	Ön Test – Son Test Ort. Farkı	Sıralar	n	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
GSU	-5.4583	Negatif	6	9.25	55.5	-2.704	0.007 p < 0.05
		Pozitif	18	13.58	244.5		
		Eşit	0				
		Toplam	24				
SM	-2.9167	Negatif	6	11.42	68.5	-2.120	0.034 p < 0.05
		Pozitif	17	12.21	207.5		
		Eşit	1				
		Toplam	24				
Kontrol	-2.4583	Negatif	9	9.61	86.5	-1.570	0.116 p > 0.05
		Pozitif	14	13.54	189.5		
		Eşit	1				
		Toplam	24				

Tablo 4.4.'ten yola çıkarak hem GSU grubu hem de SM grubunun SBST son test ortalamalarının ön test ortalamalarından anlamlı şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunun SBST ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Buradan Katı Cisimler konusunun öğretiminde yapılan GSU ve SM destekli uygulamaların “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisini

arttırdığı, buna karşılık katı cisimlerin öğretiminde düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan ve kâğıt, kalem ile yazı tahtası gibi geleneksel araçların kullanıldığı uygulamaların kontrol grubunun ilgili becerilerinde anlamlı düzeyde bir artış sağlamadığı görülmüştür.

#### 4.1.4.2. PSVT ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması

Bu bölümde ayrı olarak GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun PSVT ön test ile son test puanları arasında 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu noktada, üç grubun da PSVT ön-test ile son-test ortalamaları üzerinde ayrı ayrı Wilcoxon testi yapılarak veriler Tablo 4.5.'te verilmiştir.

Tablo 4.5.

#### PSVT Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması

Grup	Ön Test – Son Test Ort. farkı	Sıralar	n	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
GSU	-5.4167	Negatif	4	11.63	46.5	-2.959	0.003 p < 0.05
		Pozitif	20	12.68	253.5		
		Eşit	0				
		Toplam	24				
SM	-2.5000	Negatif	8	10.69	85.5	-1.847	0.065 p > 0.05
		Pozitif	16	13.41	214.5		
		Eşit	0				
		Toplam	24				
Kontrol	-1.6666	Negatif	7	10.86	76.0	-1.898	0.058 p > 0.05
		Pozitif	16	12.5	200.0		
		Eşit	1				
		Toplam	24				

Tablo 4.5.’te görüldüğü üzere GSU grubunun PSVT son test ortalamasının ön testten 0.05 düzeyinde anlamlı şekilde yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte hem SM grubunun hem de kontrol grubunun PSVT ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Buradan katı cisimler konusunun öğretiminde GSU kullanılarak yapılan uygulamaların GSU grubunun “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerinden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerine ilişkin toplam puanlarını anlamlı düzeyde arttırdığı, buna karşılık SM destekli ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların grupların toplam puanlarında anlamlı bir artış sağlamadığı görülmüştür.

#### 4.1.4.3. “Açılımlar” ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması

Bu bölümde GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun “Açılımlar” ön test ile son test puanları arasında 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu noktada, üç grubun da “Açılımlar” ön-test ile son-test puan ortalamaları üzerinde ayrı ayrı Wilcoxon testi yapılarak veriler Tablo 4.6.’da sunulmuştur.

Tablo 4.6.

#### “Açılımlar” Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması

Grup	Ön Test – Son Test Ort. farkı	Sıralar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
GSU	-1.9167	Negatif	4	8.88	35.5	-2.974	0.003
		Pozitif	18	12.08	217.5		p < 0.05
		Eşit	2				
		Toplam	24				

Tablo 4.6.

*“Açılımlar” Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması (Devamı)*

SM	-1.7500	Negatif	3	8.5	25.5	-2.813	0.005
		Pozitif	16	10.28	164.5		p < 0.05
		Eşit	5				
		Toplam	24				
Kontrol	-1.2083	Negatif	4	16.0	64.0	-2.269	0.023
		Pozitif	19	11.16	212.0		p < 0.05
		Eşit	1				
		Toplam	24				

Tablo 4.6.’dan yola çıkarak GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun “Açılımlar” son test ortalamalarının ön test ortalamalarından anlamlı şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan Katı Cisimler konusunun öğretiminde yapılan GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan etkinliklerin her üç grubun da “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” becerisini arttırdığı görülmüştür.

#### 4.1.4.4. “Döndürme” ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması

Bu bölümde grupların “Döndürme” ön test ile son test puanları arasında 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu noktada, GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun “Döndürme” ön-test ile son-test puan ortalamaları üzerinde ayrı ayrı Wilcoxon testi yapılarak bulgular Tablo 4.7.’de sunulmuştur.



Tablo 4.7.

*“Döndürme” Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması*

Grup	Ön Test – Son Test Ort. farkı	Sıralar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
GSU	-1.4167	Negatif	6	10.92	65.5	-1.990	0.047 p < 0.05
		Pozitif	16	11.72	187.5		
		Eşit	2				
		Toplam	24				
SM	-0.7083	Negatif	6	11.0	66.0	-1.784	0.074 p > 0.05
		Pozitif	15	11.0	165.0		
		Eşit	3				
		Toplam	24				
Kontrol	-1.000	Negatif	7	9.36	65.5	-1.761	0.078 p > 0.05
		Pozitif	14	11.82	165.5		
		Eşit	3				
		Toplam	24				

Sonuçlar incelendiğinde GSU grubunun “Döndürme” son test ortalamasının ön test ortalamasından 0.05 anlamlılık düzeyinde yüksek olmasına karşılık, hem SM grubu hem de kontrol grubunun “Döndürme” ön test ile son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle Katı Cisimler konusunun öğretiminde yapılan GSU destekli uygulamaların “cisimleri zihinde döndürme” becerisini yükselttiğini; SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların ise “cisimleri zihinde döndürme” becerisine anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

*4.1.4.5. “Görünümler” ön ve son test ortalamalarının karşılaştırılması*

Bu bölümde GSU grubu, SM grubu ve kontrol grubunun “Görünümler” ön test ile son test puanları arasında 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu

amaçla, üç grubun da “Görünümler” bölümüne ilişkin ön-test ile son-test puan ortalamaları üzerinde ayrı ayrı Wilcoxon testi yapılarak veriler Tablo 4.8.’de verilmiştir.

Tablo 4.8.

*“Görünümler” Ön Test - Son Test Ortalamalarının Karşılaştırılması*

Grup	Ön Test – Son Test Ort. farkı	Sıralar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
GSU	-2.0833	Negatif	6	9.50	57.0	-2.473	0.013 p < 0.05
		Pozitif	17	12.88	219.0		
		Eşit	1				
		Toplam	24				
SM	-0.0417	Negatif	9	11.56	104.0	-0.038	0.970 p > 0.05
		Pozitif	11	9.64	106.0		
		Eşit	4				
		Toplam	24				
Kontrol	0.5417	Negatif	13	9.85	128.0	-1.354	0.176 p > 0.05
		Pozitif	6	10.33	62.0		
		Eşit	5				
		Toplam	24				

Tablo 4.8.’den GSU grubunun “Görünümler” son test ortalamasının ön testten anlamlı şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte hem SM grubu hem de kontrol grubunun “Görünümler” ön test ve son test puanları arasında 0.05 düzeyinde anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Buradan katı cisimler konusunun öğretiminde yapılan GSU destekli uygulamaların “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisini arttırdığı, buna karşılık SM destekli ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan

uygulamaların ilgili grupların bu becerileri üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı belirlenmiştir.

#### 4.2. Nitel Araştırma Bulguları

Bu bölümde araştırmanın nitel araştırma bölümündeki bulgulara yer verilmiş ve elde edilen bulgular ışığında araştırmanın dokuzuncu alt problemine yanıt aranmıştır.

Bulguların elde edilmesi amacıyla GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan öğretmen adaylarının ayrı ayrı yapılandırılmış görüşme formlarına verdikleri cevaplar ve bu cevaplara ilişkin temalar, frekans değerleri ve yüzdeler tablolarda düzenlenmiştir.

##### 4.2.1. Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşler

Bu bölümde birbirlerinden bağımsız olarak GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan grupların kendilerine yapılan uygulamaların uzamsal yeteneğe etkilerine ilişkin görüşleri yer verilmiştir.

GSU kullanan öğretmen adaylarının “Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.9.’da verilmiştir.

Tablo 4.9.

##### GSU Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri

Temalar	f	%
1. Cisimlerin yüzey açılımını hayal etme.	9	37.5
2. Cisimlerin farklı yönlerden görünümünü hayal etme.	7	29.1
3. Cisimleri zihinde canlandırma.	5	20.8
4. Cisimleri zihinde döndürme.	4	16.6

Tablo 4.9.

*GSU Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri (Devamı)*

5. Cisimlerin arakesit yüzeylerini hayal etme.	3	12.5
6. Fazla bir etkisinin olmaması.	1	4.1

Tablo 4.9.'daki temalarla ilgili altı öğretmen adayının görüşlerine örnek olarak yer verilmiştir. Görüşler incelendiğinde “a” temasına ilişkin F.U. *“Geometrim hiç iyi değildir. Bu konuyla ilgili soruları hiç çözemezken kullandığımız yazılımla şekilleri döndürerek, açılımını yaparak, yüzey açılımlarını kapatarak gözümde daha iyi canlandırmama sebep oldu. Şekillerin açılımlarını yapma konusunda daha geniş bilgi ve beceriye sahip oldum.”* görüşünü belirtirken “b” temasına ilişkin H.Y. *“Lise döneminde zorlandığım bir konuydu. İki ve üç boyut ayrımını bu yazılımla daha iyi ayırt edip düşünebiliyorum. Cisme her yönden bakabilme özelliğinden dolayı cismin arkadan, üstten nasıl görüldüğünü daha kolay hayal edebiliyorum”* ifadesini kullanmıştır.” Bununla birlikte “b” ve “c” temalarına ilişkin Ö.A. *“Yapılan öğretimden önce katı cisimleri zihnimde oluşturamıyor, etrafında gezemiyordum. Bu da yazılım uygulanmadan önce yapılan testlerden anlaşılmaktadır. Ancak şimdi bunları yapabiliyorum.”* görüşünü belirtmiş, “a” ve “d” temasına ilişkin A.P. *“Cisimlerin açık hallerini ve dönmüş hallerini daha kolay görmeye başladım.”* ifadesini kullanmış ve “e” temasına ilişkin D.N.K. *“Daha önce cisimlerin kesit yüzeylerini hayal edemiyordum. Ama yazılım şekilleri döndürerek bu yüzeylerini daha iyi anlamamı sağladı.”* şeklinde düşüncesini aktarmıştır. Öğretmen adaylarından M.S.E. ise “f” temasına ilişkin *“Biraz faydalı oldu. Yazılım çok ağır geldi.”* yorumunu yapmıştır.

Diğer yandan, somut model kullanan öğretmen adaylarının “Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi

becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.10.’da verilmiştir.

Tablo 4.10.

*SM Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri*

Temalar	f	%
1. Cisimlerin yüzey açılımını hayal etme.	7	29.1
2. Fazla bir etkisinin olmaması.	6	25.0
3. Cisimleri zihinde canlandırma.	5	20.8
4. Çevredeki nesnelere 3B olarak inceleme.	4	16.6
5. Cisimlerin arakesit yüzeylerini hayal etme.	3	12.5
6. Cisimlerin farklı yönlerden görünümünü hayal etme.	1	4.1

Tablo 4.10’deki temalara ilişkin öğretmen adaylarından yedisinin görüşleri örnek olarak verilmiştir. Görüşler incelendiğinde, “a” temasına ilişkin F.A. *“Artık cisimlerin açılımlarını daha iyi düşünüp çizebiliyorum.”* ve aynı temaya ilişkin E.A. *“Yapılan uygulamalardan sonra özellikle şekillerin açılımını yapmada daha iyi olduğumu düşünüyorum”* görüşlerini aktarırlarken, “b” temasına ilişkin G.G. *“El becerilerimizin hayal gücümüzden daha fazla arttığını düşünüyorum. Yapılan ödevde ne kadar değişik şeyler tasarlamış olsak da malzeme ve süre kısıtlılığından tam olarak gelişme sağlayamadım.”* görüşünü belirtmiş, aynı temaya ilişkin D.A. *“Becerilerim neredeyse aynı düzeyde.”* şeklinde düşüncesini açıklamıştır. Bunun yanında “c” temasına ilişkin A.B.S. *“Yapılan uygulamadan sonra cisimleri üç boyutlu olarak düşünme becerimin arttığını düşünüyorum.”* ifadesini kullanmış, aynı temaya ilişkin B.B. *“Modelleri somut olarak görebiliyor olmamız cisimleri algılamamızı kolaylaştırdı. Artık cisimleri zihnimizde daha kolay canlandırabiliyoruz.”* yorumunu yapmıştır. Tablo 4.13.’teki “d” temasına ilişkin T.D. *“Yapılan öğretimden sonra etrafımda bulunan üç boyutlu cisimler, evler, binalar daha çok dikkatimi çekmeye başladı. Bu*

*şekilleri daha farklı incelemeye başladım.*” şeklinde düşüncesini aktarırken, “e” temasına ilişkin F.N.A. *“Uygulamalardan önce cisimlerin kesitlerini zihnimde hayal etmekte zorluk çekiyordum. Uygulama sayesinde bu konuda geliştiğimi düşünüyorum.”* görüşünü aktarmıştır. Son olarak “f” temasına ilişkin E.A. *“Dersten sonra katı cisimleri daha farklı açılardan görebildiğimi düşünüyorum.”* demiştir.

Düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan öğretmen adaylarının “Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.11.’de verilmiştir.

Tablo 4.11.

*Kontrol Grubunun Uygulamaların Uzamsal Yeteneğe Etkisine İlişkin Görüşleri*

Temalar	f	%
1. Cisimlerin yüzey açılımını hayal etme.	8	33.3
2. Fazla bir etkisinin olmaması.	7	29.1
3. Hiçbir etkisinin olmaması.	4	16.6
4. 3B şekillerin kağıttaki çizimlerini anlama.	3	12.5
5. Cisimlerin arakesit yüzeylerini hayal etme.	2	8.3
6. Cisimleri zihinde canlandırma.	1	4.1

Tablo 4.11.’de belirtilen temalara ilişkin sekiz öğretmen adayının görüşü örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerinde “a” temasına yönelik S.T. *“Öğretimden önce bu becerilerim gelişmemişti. Hatta yok denecek kadar azdı. Öğretimin sonunda özellikle şekillerin açılımlarını daha rahat hayal edebildiğimi görüyorum.”* görüşünü dile getirirken aynı temaya ilişkin D.Ö. *“Cisimlerin açılımlarını gözümde daha iyi canlandırabiliyorum.”* şeklinde düşüncesini aktarmıştır. Bununla birlikte “a” ve “b” temalarına ilişkin G.D.

“Derslerden önce katı cisimleri zihnimde hayal edemiyordum. Öğretimden sonra da fazla bir şey değişmedi. Ancak eskisine göre daha iyi olduğunu düşünüyorum. En azından bazı açılımları hayal edebiliyorum.” ifadesini kullanmıştır. Temalardan “b” ye ilişkin olarak K.Ş. “Çok fazla etkisinin olduğunu düşünmüyorum.” yorumunu yaparken “c” temasına ilişkin H.A. “Hiçbir değişimin olmadığını düşünüyorum.” şeklinde düşüncesini belirtmiştir. “d” temasına ilişkin A.K. “Sorulardaki şekilleri üç boyutlu daha iyi algılayabiliyorum.” ifadesini kullanırken, “e” temasına ilişkin O.Ö. “Önceki halime göre azımsanmayacak kadar gelişme var. Sorulardaki şekilleri üç boyutlu olarak yorumlayabiliyorum.” yorumunu yapmış ve “f” temasına ilişkin D.Y. “Uygulamadan sonra katı cisimleri zihnimde daha iyi canlandırabiliyorum.” şeklinde düşüncesini belirtmiştir.

#### 4.2.2.Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri

Bu bölümde birbirlerinden bağımsız olarak GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan grupların kendilerine yapılan uygulamaların katı cisimlerin öğrenilmesindeki güçlü yönlerine ilişkin görüşleri yer verilmiştir.

GSU kullanan öğretmen adaylarının “Konunun öğrenilmesinde Google SketchUp’ta yapılan uygulamaların güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.12.’de verilmiştir.

Tablo 4.12.

#### GSU Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri

Temalar	f	%
1. Cisimlerin üzerinde oynama yapılması.	13	54.16
2. Cisimlerin 3B incelenmesi.	10	41.6

Tablo 4.12.

*GSU Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri (Devamı)*

3. Yazılımın kullanım kolaylığı.	6	25.0
4. 3B düşünmeyi geliştirmesi.	5	20.8
5. Geometrik ilişkilerin anlaşılması.	3	12.5
6. Cisimlerin iç ayrıtlarının incelenmesi.	3	12.5
7. Konuyu somutlaştırması.	2	8.3
8. Uzunluk ve alan hesabı yapması.	2	8.3
9. Motivasyonu arttırması.	2	8.3
10. Öğrenmede kalıcılık sağlaması.	1	4.1
11. Zamanın verimli kullanılması.	1	4.1

Tablo 4.12.’deki temalarla ilgili altı öğretmen adayının görüşleri örnek olarak sunulmuştur. Öğretmen adaylarından H.T. “a”, “b”, “c”, “h” ve “j” temalarına ilişkin ifadesinde “*Eğitimde daha çok görsel öğelerin bulunması öğrenmeyi daha kalıcı kılar. Bu yüzden bu yazılımdaki hareketli modeller, açılımların yapılmasında, kesitlerinin alınmasında ya da hacim gibi ölçülerin hesaplanmasında daha etkili olmaktadır. Fare ile büyütüp döndürmek ya da açılımını yapmak daha kolay olmaktadır. Kâğıt üzerinde iki boyutunu görmekte zorlandığımız bir cismin yazılım yardımıyla üç boyutlu halini görmek öğrenime daha kalıcı etkiler yapmaktadır.*” görüşünü belirtmiş; “a” , “b” ve “f” temalarına ilişkin T.T. “*Şeklin tüm boyutlarına ulaşma imkânı veriyor. Bir kenarını silip şeklin içini görebiliyoruz. Bazı soruları kâğıtta çözmek gerçekten zor oluyor ama orada şekil tamamen önünüzde olduğu için şekilde gerekli işlemleri uygulayabiliyoruz.*” görüşünü dile getirmiş, “b” ve “i” temalarına ilişkin F.U., “*En güçlü yönü cisme her noktadan bakabilmemizdi. Açıp kapatarak zihnimizi daha çok düşünmeye zorladı. Her noktadan cisimlere bakmak bizi motive ediyordu.*” görüşünü ifade etmiş; “d” , “e” ve “f” temalarına ilişkin A.M.A. “*İç ayrıtları daha rahat görüyoruz. Elimize cismi alsak bile bu düzeyde iyi göremezdik. Bu sayede ayrıtların*



*birbirleriyle ilişkilerini de daha rahat görüp ileriki aşamalarda zihinde daha rahat canlandırır olduk.” görüşünü aktarmış; “a” ve “g” temalarına ilişkin R.A. “Programın özelliklerini kullanarak kapalı cisimleri şeffaflaştırdık ve daha iyi algıladık. Konulardaki cisimler soyutluktan çıktı ve daha somut bir görüntü oluştu.” görüşünü belirtmiş ve “c” ile “k” temalarına ilişkin Ö.G. “Kullanımının basit ve hızlı olmasını en güçlü yönleri olarak görüyorum.” görüşünü ifade etmiştir.*

SM kullanan öğretmen adaylarının “Konunun öğrenilmesinde, somut modeller kullanılarak yapılan uygulamaların güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.13.’te verilmiştir.

Tablo 4.13.

*SM Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü Yönleri*

Temalar	f	%
1. Konuyu somutlaştırması	8	33.3
2. Kâğıtta görülemeyen yüzlerin incelenmesi.	7	29.1
3. Üç boyutlu düşünmeyi geliştirmesi.	7	29.1
4. 3B şekilleri anlaşılır kılması.	5	20.8
5. Öğrenmede kalıcılığı sağlaması.	5	20.8
6. Cisimlere dokunmayı sağlaması.	3	12.5
7. Açılımları hayal etmeyi kolaylaştırması.	1	4.1
8. Arakesit yüzeylerini hayal etmeyi kolaylaştırması.	1	4.1

Tablo 4.13.’te sunulan temalara ilişkin sekiz öğretmen adayının görüşleri örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde “a” ve “c” temalarına ilişkin K.E. “Konuyla ilgili soruları çözerken soyut olarak düşünmek ve ona göre hesaplamalar yapmak daha zor olmaktadır. Bu nedenle materyalin olması onun üzerinde işlem yapmak daha kolay

*oluyor. En azından kâğıttaki şeklin üç boyutlusunu hayal edip işlem yapmamızı kolaylaştıracaktır.*” ifadesini kullanırken “a” ve “e” temalarına ilişkin M.Ş. “*Bence öğrenme açısından somut olarak şekilleri görmek öğrenmemize daha fazla kalıcılık katmıştır.*” cevabını vermiştir. Yine “a” temasına ilişkin E.E. “*Zihnimizden geçen şeyleri somutlaştırarak neyin ne olduğunu anlamamızı kolaylaştırdı.*” görüşünü belirtmiş, “b” ve “c” temalarına ilişkin D.K. “*Materyaller zihnimizde şekillerin daha iyi canlanmasına kâğıt üzerinde göremediğimiz, hayal edemediğimiz boyutlarını görmemizi sağladı.*” şeklinde düşüncesini aktarmış, sadece “b” temasına ilişkin R.Y. “*Somut modeller olunca, ayrıtları ve diğer boyutları görmek daha kolay oluyor.*” yorumunu yapmış, “c” ve “d” temalarına ilişkin T.D. “*Somut modellerin kullanılması zihinde canlandırma ve çabuk algılamayı sağlıyor. Kâğıda çizilen üç boyutlu resimlerden daha açık ve anlaşılır, kolay hesaplanır oluyor.*” şeklinde düşüncesini yansıtmış, “e” ve “f” temalarına ilişkin B.Ç. “*Öncelikle somut modelleri kullanarak şekilleri daha iyi görmekte ve dokunabilmekteyiz. Bu duyu organlarına hitap eden, cisimlerle işlemler yapmak daha kolay olmaktadır. Yapılan çalışmalar daha etkili, öğrenilen konular daha uzun vadeli öğrenmeler sağlamaktadır. Bu yüzden konuya ilişkin problemlerin çözümünde somut modellerin kullanılması taraftarıyım.*” cevabını vermiştir. Bunun yanında, “g” temasına ilişkin A.B.S. “*Cisimleri hayal edebilmeye ve açılımlarını düşünmeye yardımcı olmaktadır.*” görüşünü belirtmiş ve “h” temasına ilişkin B.B. “*Kesitler daha kolay görünüyor, zihinde canlandırma gerçekleşiyor.*” ifadesini kullanmıştır.

Düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan öğretmen adaylarının “Kâğıt üzerindeki düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların konunun öğrenilmesindeki güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.14.’te verilmiştir.

Tablo 4.14.

*Düzlemsel Tasvirlerle Yapılan Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Güçlü**Yönleri*

Temalar	f	%
1. Güçlü bir yönünün olmaması.	7	29.1
2. Hayal gücünü kullanmaya dayalı olması.	7	29.1
3. 3B düşünmeye katkı sağlaması	4	12.5
4. Cisimlerin çizilerek öğrenilmesi.	3	12.5
5. Farklı perspektif çizimlerin cismi anlamayı sağlaması.	2	8.3
6. Az da olsa öğretimi etkili kılması	1	4.1
7. Öğrenmede kalıcılığı sağlaması	1	4.1
8. Dersi zevkli hale getirmesi.	1	4.1

Tablo 4.17.'de yer alan temalara ilişkin on bir öğretmen adayının görüşleri örnek olarak verilmiştir. Verilen cevaplarda, "a" temasına ilişkin A.Ü. "*Bir avantajı olduğunu söyleyemem. Keşke maketlerle canlandırarak yapma olanağımız olsaydı.*" derken aynı temaya ilişkin A.A. "*Kâğıt üzerinde yapılan etkinliklerin güçlü yönleri olduğunu düşünmüyorum. Belki etkisi olmuştur fakat bu konuya üç boyutlu çalışmak daha etkili olurdu.*" ve M.K. "*Üç boyutlu cisimleri iki boyutta görmeye çalışmak çok zor ki bu kâğıt üzerinde olunca çok zor oluyor. Avantajı yok.*" şeklinde görüş belirtmiştir. Bununla beraber "b" temasına ilişkin İ.E.Ç. "*Kâğıt üzerindeki çizimler üzerinde çalışıldığı zaman tamamen hayal etmeye dayalı oluyor.*" cevabını verirken, aynı temaya ilişkin B.B. "*Kendimizi düşünmeye zorlayarak sonuca ulaşmaya çalıştık. Her seferinde daha kolay ve daha hızlı düşünmeye başladık. Dikkatimi daha kolay toplayıp şekilleri daha derin düşünebiliyorum.*" ifadesini kullanmış ve K.Ş. "*Şekillerin kâğıt üzerinde olması zihnimize canlandırmamıza daha iyi olanak verdiği için bunun bir avantaj olduğunu düşünüyorum.*" şeklinde görüşünü paylaşmıştır. Diğer temalardan "c" temasına ilişkin M.K. "*Tabi ki her hafta yapılan etkinlik*

*biraz daha üç boyutlu düşünme gücümü arttırdı. Her hafta çözdüğümüz sorular aynı zorluk derecesine sahipken bana kolaylaşıyor gibi geldi.” görüşünü paylaşmış, aynı temaya ilişkin O.Ö. “3 boyutlu görme ve düşünme yeteneğimi oldukça geliştirdi.” yorumunu yapmıştır. Bununla beraber “d” teması ile ilgili T.K. “Kalemle çizim yaparak zihnimdeki üç boyutlu şekillerin özelliklerini daha iyi kavırıyorum.” şeklinde düşüncesini aktarmış, “e” temasına ilişkin M.K. “Şekillerin farklı yönlerden çiziminin verilmesi şekli görebilmek için büyük bir avantajdı.” görüşünü ifade etmiş ve “f” temasına ilişkin E.Ş. “Etkinliklerde kolay sorular olduğu gibi zor sorular da vardı. Bence üç boyutlu cisimleri anlayabilmeye biraz da olsa katkısı olduğunu düşünüyorum.” ifadesini kullanmıştır. Son iki temadan “g” teması ile ilgili “Soruları önce biz çözmeyi denedik. Bu sayede öğrenmemiz kalıcı oldu.” cevabını verirken “h” temasına yönelik A.P. “Zevkli bir geometri dersi geçtiğini düşünüyorum.” görüşünü aktarmıştır.*

#### *4.2.3. Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri*

Bu bölümde birbirlerinden bağımsız olarak GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan grupların kendilerine yapılan uygulamaların katı cisimlerin öğrenilmesindeki sınırlı yönlerine ilişkin görüşleri yer verilmiştir.

GSU kullanan öğretmen adaylarının “Konunun öğrenilmesinde Google SketchUp’ta yapılan uygulamaların sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.15.’te verilmiştir.

Tablo 4.15.

*GSU Destekli Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri*

Temalar	f	%
1. Sınırlı yönünün olmaması.	7	29.1
2. Yazılıma alışma sürecinin uzunluğu.	7	29.1
3. Yazılımın kullanım zorluğu.	4	16.6
4. Ayrıntılı çizimlerde bilgisayarın yavaşlaması.	4	16.6
5. Yüze açılımlarını oluşturmama.	3	12.5
6. Cisimlere dokunamama.	1	4.1
7. Cisimlerin parçalarını kolayca taşıyamama.	1	4.1
8. Cisimleri kolayca döndürememe.	1	4.1

Tablo 4.15.’teki temalar ile ilgili, dokuz öğretmen adayının görüşleri örnek olarak verilmiştir. Bu temalardan “a” ya ilişkin A.P. *“Sınırlı bir yönü yok bence. Araç çubuklarına hakim olduktan sonra birçok şey kolaylıkla yapılabilir.”*, aynı temaya ilişkin A.M.A. *“Hiçbir dezavantaj göremiyorum. Tüm cisimlere bu programla bakmak istiyorum.”* görüşlerini dile getirirlerken, “b” temasına ilişkin H.Y. *“En başta biraz karışık gibi geldi. Öğrenim aşamasında zorlandım biraz.”* ve aynı temaya ilişkin D.N.K. *“Programın öğrenilmesi çok zaman istiyor. Çünkü program çok geniş özelliklere sahip ve tabii ki öğrenebilmek için de sabırlı olmak gerekiyor.”* görüşlerini ifade etmişler, “c” temasına ilişkin F.U. *“Bilgisayarı bilmeyen öğrenciler adına sorun yaşanabilir. Çok kapsamlı bir program olduğu için programı anlamakta zorluk çekilebilir ve zaman kaybı yaşanabilir.”* görüşünü dile getirmiştir. Bunun yanında “d” ve “h” temalarına ilişkin M.Y. *“Şekiller üzerinde ayrıntılı çizimler yaptığımızda programın yavaşlaması bu yazılımın en büyük dezavantajıdır. Ayrıca yazılımdaki döndürme işleminde çok zorlandım.”* eleştirisini yaparken, “e” temasına ilişkin H.T. *“Bir şeklin açılımının çizilebildiği bir buton olsaydı daha güzel olurdu. Bazı problemlerde açılım göz önünde olduğunda bu sorun ortaya çıkıyor.”* eleştirisini yapmış, “f”

temasına ilişkin T.T. *“Her ne kadar yakınlaştırdık döndürsek de bazı sorular için bu da yeterli olmuyor. Elinde olma ihtiyacını hissediyorsunuz. Belki bir maketle görmek daha iyi olur diye düşünüyorum.”* görüşünü dile getirmiş, “g” temasına ilişkin, G.U. *“Bizi bazı konularda zorladı. Örneğin şekli taşıırken ve şekli kaldırıp indirirken zorlandık.”* görüşünü belirtmiştir.

SM kullanan öğretmen adaylarının “Konunun öğrenilmesinde ilişkin somut modeller kullanılarak yapılan uygulamaların sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.16.’da verilmiştir.

Tablo 4.16.

*SM Destekli Uygulamaların Konunun Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri*

Temalar	f	%
1. SM yapımındaki zorluk.	9	37.5
2. Bazen problem çözümünü zorlaştırmaları.	5	20.8
3. Sınırlı yönünün olmaması.	4	16.6
4. Her öğrenciye bir SM düşmemesi.	3	12.5
5. Her SM’nin esnek (dinamik) olmaması.	2	8.3
6. Her SM’nin şeffaf olmaması.	2	8.3
7. Hayal gücünü sınırlaması.	1	4.1

Tablo 4.16.’daki temalarla ilgili yedi öğretmen adayının görüşü örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde, “a” temasına ilişkin G.G. *“Somut modellerin kullanılmasının, modellerin yapımı zor olduğundan uğraşlı bir durum olduğunu düşünüyorum.”* cevabını verirken, “a” ve “e” temalarına ilişkin B.Ç. *“Somut modellerin hazırlanmasında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktayız. Öncelikle hazırlanmasının belli bir zaman alması bunlardan biridir ve çeşitli geometrik cisimlerin açılımlarını yapıp*

*birleştirmede de zorluklarla karşılaşmaktayız. Her zaman somut cisimler üzerinde işlemler yapılamayacağını biliyoruz ve o yüzden her zaman bu cisimleri hazırlayamayız. O yüzden de somut cisimler olmadan zihinde canlandırma yoluna gitmeliyiz.”* görüşünü ifade etmiş, “b” temasına ilişkin F.C. *“Bazen somut modellerin kullanılmasından dolayı şeklin detaylarına fazla iniliyor ve farklı çözümler üretmeyi denerken yanılmamıza neden oluyor.”* görüşünü aktarmış, aynı temaya ilişkin S.M.E. *“Problem çözme konusunda iki boyutlu şekillerin daha avantajlı olacağını düşünüyorum. Somut modeller şekli algılama konusunda etkili tabi. Bu aşamadan sonra kâğıda dökmek gerektiğinde somut modeller çözümü zorlaştırıyor. Kısacası somut modeller algılama konusunda etkilidir yalnızca.”* ifadesini kullanmıştır. Diğer yandan “c” temasına ilişkin N.S. *“Sınırlı bir yönü yok gibi görünüyor”* derken, “d” temasına ilişkin K.E. *“Zaman kaybı olmaktadır. Materyal kısıtlı olduğundan grup çalışması içinde yürütülen uygulama da bir o kadar kısıtlı olmaktadır.”* eleştirisini getirmiştir. Son iki temadan “f” temasına ilişkin A.İ. *“Somut modellerde kullanılan malzemeye bağlı olarak şeklin iç kısmını göremeyebiliyoruz.”* şeklinde düşüncesini ifade ederken, “g” temasına ilişkin olarak E.A. *“Aklımızda daha değişik şeyler hayal etmemizi engelleyebilir.”* görüşünü aktarmıştır.

Uygulamaları düzlemsel tasvirler üzerinde yürüten öğretmen adaylarının “Düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların katı cisimlerin öğrenilmesindeki sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar ve bu temalara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.17.’de verilmiştir.

Tablo 4.17.

*Düzlemsel Tasvirlerle Yapılan Uygulamaların Katı Cisimlerin Öğrenilmesindeki Sınırlı Yönleri*

Temalar	f	%
1. Düzlemde 3B cisimlerin incelenememesi	11	45.3
2. Kağıttaki cisimlerin zihinde canlandırılmaması	6	25
3. Teknoloji eksikliği.	4	16.6
4. Materyal eksikliği.	4	16.6
5. Cisimlerin tek açıdan görünmesi.	3	12.5
6. 3B düşünme becerisi düşük olanların zorlanması.	2	8.3
7. Renksiz şekillerin cismi düşünmeyi zorlaştırması.	1	4.1

Tablo 4.17.'deki temalarla ilgili on bir öğretmen adayının görüşüne örnek olarak yer verilmiştir. Görüşler incelendiğinde, “a” ve “e” temalarına ilişkin E.Ş. “*Soruda da belirtildiği gibi bu çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Bizler katı cisimlerde konu işliyorsak bu cisimleri her yönüyle görmeliyiz. Sadece kâğıt üzerinde gördüğümüz zaman bazı yönlerini göremiyoruz. Hayal etmemiz zorlaşıyor.*” ifadesini kullanırken, yine “a” temasına ilişkin N.S.T. “*İki boyutlu düzlemde üç boyutlu şekilleri görmek, onları kesip açmak daha zor.*” cevabını vermiş, aynı temaya ilişkin K.U. “*Kâğıt üzerindeki etkinliklerin dezavantajı üç boyutlu cisimleri kağıt üzerinde hayal edemiyorum.*” görüşünü aktarmış, “b” teması ile ilgili H.A. “*Bazı sorularda üç boyutlu düşünme zorluğu yaşayabiliyoruz.*” ve yine aynı temayla ilgili A.Ü. “*Bazı şekilleri zihnimizde canlandıramıyorduk.*” ifadesini kullanmıştır. Bununla birlikte “c” ve “f” temalarına ilişkin İ.E.Ç. “*Kâğıt üzerinde yapılan etkinliklerin en büyük sınırlılığı üç boyutlu düşünme becerisi tam gelişmemiş olan öğrencilerin zorlanması. Bunun yerine şekil ile bilgisayardan üç boyutlu olarak anlatılması bence daha kolay anlaşılmasına yardımcı olurdu.*” görüşünü belirtmiş, “a” ve “c” temaları ile ilgili B.Y. “*Görsel olarak ya da teknolojik açıdan desteklenmedi. Üç boyut olan bir cismi iki boyut olarak görüp de üç*



*boyutluymuş gibi düşünmemiz bence bir zorluktu.” şeklinde düşüncesini yansıtmış, sadece “c” temasına yönelik Z.K. “Bu soruları elektronik ortamda çözmek şekli canlandırmamızı kolaylaştırabilir ve çözüm yolunda bize kolaylık sağlayabilirdi.” cevabını vermiştir. Bununla birlikte “d” temasına ilişkin A.E. “Kâğıt üzerinde anlatılmak yerine maketlerle gösterilseydi hayal etmemiz açısından daha faydalı olurdu.” ve yine bu temayla ilgili T.A. “Gerçek şekillere yeterince yer verilmemesi sınırlı yönüydü.” eleştirisini yapmıştır. Son temaya ilişkin N.G. “Bazı şekillerde renklendirme yapılmadığı için düşünülmesi çok zordu.” görüşünü aktarmıştır.*

#### 4.3. Araştırma Bulgularının Yorumlanması

Bulgular incelendiğinde görülmektedir ki katı cisimlerin öğretiminde GSU destekli uygulamalar uzamsal yeteneğin eğitilmesinde en fazla katkıyı sağlarken düzlemsel tasvirler üzerinde yürütülen öğretim ise en az yararı sağlamaktadır. Bununla birlikte öğretmen aday görüşlerinden ortaya çıkan bulgular, uzamsal becerilerin geliştirilmesinde en fazla GSU destekli uygulamaların etkili olduğuna inanıldığını ortaya koyarken, düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan çalışmaların uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde en sınırlı uygulamalar olduğuna inanıldığı görülmüştür. Deneysel ve nitel bulgular karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinin deneysel çalışmanın sonuçlarını desteklediği ve bu sonuçların sebeplerine ışık tuttuğu görülmüştür.

Deneysel bölümün bulgularından yola çıkılarak, GSU ve SM kullanan deney gruplarının “cisimlerin arakesit yüzeylelerini zihinde canlandırma” becerisinin anlamlı düzeyde ilerleme kaydettiği görülürken, düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan grubun aynı beceride anlamlı bir gelişme sağlayamadığı belirlenmiştir. Görüşler incelendiğinde, her üç grubun da kendilerine yapılan uygulamaların bu beceriyi geliştirdiğini düşünmeleriyle birlikte, GSU

kullanan deney grubunun büyük bölümü yazılımın araçlarıyla cisimleri 3B ortamda oynamalarının uygulamaların güçlü yönleri olduğunu ifade etmişlerdir. Bu anlamda, GSU kullanan deney grubunun yazılımda cisimleri rahatça kesmelerinin, parçalamalarının ve kesit yüzeylerine farklı açılardan bakmalarının, bu uzamsal becerilerin anlamlı düzeyde gelişmesinde önemli etkenler olabilecekleri düşünülmektedir. Bununla birlikte SM kullanan deney grubu, kâğıtta sunulan cisimlere SM aracılığıyla dokunmanın önemli bir avantaj olduğunu ve uygulamaların cisimlerin açılımları ile arakesitlerini hayal etmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Bu noktada, SM üzerinde kesit yüzeylerinin farklı yönlerden incelenmesinin, yüzeylere dokunulmasının ve yapılan performans ödevinde modeller üzerinde kesme işlemlerinin yapılmasının SM kullanan grubun bu uzamsal becerilerinin gelişmesinde önemli etkenler olduğu tahmin edilmektedir. Düzlemsel tasvirler üzerinde çalışan öğretmen adaylarının büyük bölümünün ise düzlem üzerinde üç boyutlu cisimlerin incelenemediğine ve yapılan çalışmalarda cisimleri zihinde canlandırmanın zor olduğuna vurgu yaptıkları belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak, kontrol grubunun düzlemsel tasvirler üzerinde kesit yüzeylerini zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları düşünülmüştür. Çalışma kâğıtlarındaki bazı problemlerde şekillerin iki farklı açıdan görünümünün sunulmasına ve araştırmacı öğretmenin tahtada farklı çizimlerle kesit yüzeylerini daha anlaşılır kılmaya çalışmasına rağmen öğretmen adaylarının kâğıt ve tahta üzerinde bu becerilerini geliştiremedikleri ortaya çıkmıştır.

GSU kullanan grubun “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerinin geliştiği görülmekle birlikte, SM kullanan grubun ve kontrol grubunun bu becerilerinde anlamlı bir ilerleme görülmediği belirlenmiştir. Bununla birlikte, “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisine ilişkin son testte GSU grubunun elde ettiği puanın diğerlerinden anlamlı düzeyde daha

yüksek olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde, GSU grubundan çıkan çok sayıda görüşün yapılan uygulamaların her iki beceriyi de geliştirdiğini ifade etmesine karşılık SM grubundan sadece bir kişinin “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisinin artış gösterdiğini belirtmesi ve kontrol grubundan benzer bir görüşün gelmemesi nitel sonuçların deneysel sonuçlarla örtüştüğünü göstermektedir. Diğer yandan, SM grubunun modeller üzerinde cisimlerin farklı yönlerden incelenebildiğini vurgulamalarına karşılık cisimleri zihinde döndürmeden modelleri ellerinde döndürerek çalıştıkları ve cisimlerin farklı yönlerden görünümünü hayal etmek yerine modeli farklı yönlerden incelemeleri sebebiyle “cisimleri zihinde döndürme” ve “cismin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerinin gelişmediği düşünülmektedir. Bunun yanında, test puanlarından görüldüğü üzere, gerçek nesnelere üzerinde çalışmasına karşılık SM grubunun kâğıt üzerindeki geometrik cisimleri 3B düşünmede 1.deney grubu kadar başarılı olmadığı görülmüştür. Bunun sebepleri düşünüldüğünde, GSU’da çalışan grubun bilgisayar ekranındaki durağan sanal modeli ilk aşamada düzlemsel bir resim gibi görürken sonraki aşamada ekrandaki modeli 3B bir şekilde hareket ettirerek incelemesinin, bu grubun 2B’den 3B’ye ilişkilendirmeyi daha kolay yapmasını ve resimsel tasvirler üzerinde gerçekleştirilen bilgisayar işlemlerini zamanla zihinde canlandırmasını sağladığı tahmin edilmektedir. Diğer yandan SM kullanan grubun görüşlerinde her öğrenciye bir SM düşmediği ve her SM’nin düzgün yapıda olmadığı ifade edilmiştir. Bu noktada kartondan yapılan modellerin elden ele dolaştıkça ve açılıp kapatıldıkça düzgünlüğünün bozulabildiği görülmüştür. Bu etkenlerin de ayrıca SM kullanan grubun ilgili becerilerinin gelişmesine engel olabileceği düşünülmektedir. Bunlarla beraber, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının görüşlerinde belirttikleri üzere 3B cisimleri düzlem üzerinde çalışmalarını ve şekillerini ancak tek bir bakış açısından incelemelerinin “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü

zihinde canlandırma” becerilerinin anlamlı düzeyde gelişmemesinde önemli etkenler olduğu tahmin edilmektedir.

Her üç grubun da “yüzeysel açılımı verilen cisim zihinde oluşturma” becerilerinin anlamlı bir ilerleme kaydettiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, üç gruptan da yapılan uygulamaların bu beceriyi geliştirdiğine ilişkin önemli sayıda görüşler alınması deneysel araştırma sonuçlarını desteklemektedir. Bu noktada üç gruba da yapılan uygulamalarda doğrudan cisimlerin yüzeysel açılımını oluşturmaya ilişkin sorulara yer verilmesinin bu sonucun ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğu tahmin edilmektedir. Diğer yandan; her iki deney grubunun performans ödevlerinde de modellerin yüzeysel açılımlarının raporlaştırılmasının, GSU’da cisimlerin direkt açılımını yapan bir araç olmamasına karşılık “döndür” butonu ile cisimlerin yüzeylerinin hareket ettirilmesinin ve SM kullanan grubun performans ödevlerinde modelleri tasarlarken önce kartondan açık yüzeyleri oluşturmalarının bu beceride ilerleme kaydetmelerini sağladığı düşünülmektedir. Diğer yandan kontrol grubunun teknoloji veya materyal kullanmamasına karşılık öğrencilerin yüzeysel açılımına ilişkin sorularda cisimlerin açık halini kâğıt üzerinde net bir şekilde görmeleri ve daha sonra bu yüzeyleri bir yandan zihinlerinde kapatırken bir yandan da kâğıt üzerinde çizim yaparak hayal güçlerini zorlamalarının bu becerilerinin gelişmesini sağladığı düşünülmektedir.

GSU kullanan grubun dört uzamsal beceride de anlamlı düzeyde ilerleme kaydetmesine ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisine ilişkin son test puanlarının diğer gruplardan anlamlı düzeyde yüksek olmasına karşılık “cisimlerin ara kesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “açılımı verilen cisim zihinde oluşturma” ve “cisimleri zihinde döndürme” becerilerine ilişkin son test puanlarının diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek olmadığı görülmüştür. Bu sonucun sebeplerine ışık

tutacak şekilde GSU grubundaki öğretmen adaylarının önemli bölümünün yazılıma alışmanın zaman aldığını ve bir bölümünün ise yazılımın bazı araçlarının kullanımının zor olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca bir öğrenci yapılan uygulamalarda cisimlere dokunulmadığına dikkat çekmiştir. Bu etkenlerin öğretmen adaylarının ilgili uzamsal becerilerinin gelişimini yavaşlatmış olabileceği düşünülmektedir.

## Bölüm 5

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar alanyazındaki araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılarak sebepleri tartışılmış ve araştırmacılara, eğitimcilere ve GSU yazılımının yaratıcılarına bazı öneriler sunulmuştur.

#### 5.1. Sonuç ve Tartışma

Yapılan araştırmada katı cisimlerin öğretimine yönelik GSU, SM ve düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan çalışmaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yetenekle ilgili farklı becerilerine olan etkileri incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Uzamsal yetenek kapsamındaki beceriler sırasıyla “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” olarak ele alınmıştır. Kullanılan testlerden SBST, “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisini; PSVT’nin bölümlerinden “Açılımlar”, “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” becerisini; “Döndürme”, “cisimleri zihinde döndürme” becerisini; “Görünümler”, “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisini ölçmektedir. GSU destekli uygulamalar bu dört beceriye ilişkin puanları anlamlı düzeyde yükseltirken; SM destekli uygulamalar SBST ve “Açılımlar” puanlarını; düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamalar ise sadece “Açılımlar” puanlarını anlamlı düzeyde arttırmıştır. Bununla birlikte grupların becerileri karşılaştırıldığında, GSU destekli uygulamaların “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisi üzerinde düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan çalışmalardan daha etkili olduğu görülmüştür. Diğer becerilere ilişkin puanların karşılaştırılmasında ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Buradan hareketle uzamsal becerilerin geliştirilmesinde en etkili çalışmaların GSU destekli

uygulamalar olduğu ortaya çıkarken, en az etkili çalışmaların ise düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamalar olduğu görülmüştür.

Ele alınan uzamsal becerilerden ilki olan “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisinin, katı cisimlerin ğretiminde yapılan GSU uygulamalarıyla anlamlı bir düzeyde geliştirildiği ortaya konulmuştur. Cohen ve Hegarty (2007) bir cismin düzlemle kesilmesi sonucu oluşan arakesit yüzeyinin tahmin edilmesinde bir yandan cismin yapısına ve düzlemin duruşuna bağlı olarak kesişim yüzeyinin zihinde oluşturulduğunu, bir yandan da bu yüzeyin zihinde döndürüldüğünü veya yüzeye karşı yönden bakışın hayal edildiğini ifade etmiştir. Buradan hareketle cisimlerin arakesit yüzeylerinin tahmininde uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim becerilerinin birlikte kullanıldığı dşnlmektedir. Konuyla ilgili önceki araştırmalarda Cohen ve Hegarty (2008) farklı bir 3B bilgisayar yazılımı olan Virtual 3D’de hazırlanan etkileşimli bilgisayar animasyonlarının kullanıldığı etkinliklerin uzamsal görselleştirme düzeyi düşük olan niversite ğrencilerinin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırmaya ilişkin becerilerini anlamlı şekilde yükselttiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Sorby ve Baartmans (2000) da 3B uzamsal görselleştirme becerileri düşük olan mühendislik ğrencilerinin bilgisayar destekli uygulamalar aracılığıyla, aynı uzamsal beceriyi ölçmeye ilişkin, Mental Cutting Test (Zihinde Kesme Testi) puanlarını anlamlı düzeyde yükselttiklerini ortaya koymuştur. Bu noktada, Cohen ve Hegarty (2008) ile Sorby ve Baartmans (2000)’ın sonuçları bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Araştırmanın diğer bir sonucu, katı cisimlerin ğretimindeki GSU destekli uygulamaların yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde canlandırmaya ilişkin becerilerde anlamlı düzeyde bir artış sağladığını ortaya koymuştur. McGee (1979), Linn ve Petersen

(1985), Lohman (1988), Carroll (1993), Maier (1998), Sorby (1999) ve Olkun ve Altun (2003) 2B ve 3B şekiller ile bu şekillerin parçalarının uzayda belli hareketler sonucu oluşturduğu yeni durumları zihinde canlandırabilmeyi uzamsal görselleştirme becerisi olarak ele tanımladıkları göz önüne alınarak, GSU uygulamalarının bu uzamsal bileşenin eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabileceği tahmin edilmektedir. Dorta ve diğerleri (2008), La Ferla ve diğerleri (2009), Baki ve diğerleri (2009) ve Olkun ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları bu araştırmanın sonucunu desteklemektedir. Bununla birlikte katı cisimlerin öğretiminde GSU'nun kullanılabilirliğinin değerlendirildiği araştırmada Kurtuluş ve Uygan (2010), GSU'da katı cisimlerin yüzey açılımlarının oluşturulmasının ve açık yüzeylerin kapatılmasının zor olduğunu belirtmelerine karşılık bu araştırmada öğretmen adaylarının GSU'da bu uzamsal becerilerini geliştirdikleri görülmüştür. Bu noktada geometrik cisimlerin yüzey açılımlarını oluşturmaya yönelik GSU'da doğrudan bir araç olmamasına karşılık yazılımın yüzey açılımına ilişkin uzamsal görselleştirme becerisinin kullanılmasına ve düşünme süreçlerine yardımcı olduğu tahmin edilmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, katı cisimlerin öğretimine yönelik yapılan GSU destekli uygulamaların öğretmen adaylarının “cisimleri zihinde döndürme” becerilerine ilişkin puanlarını anlamlı düzeyde arttırdığını göstermiştir. Carroll (1993), Maier (1998) ve Olkul ve Altun (2003)'un çalışmalarında uzamsal ilişkiler 2B ve 3B şekillerin zihinde döndürülmesi becerilerini kapsayan uzamsal bir bileşen olarak tanımlanmıştır. Bu tanımdan yola çıkıldığında, GSU uygulamalarının uzamsal ilişkilerin eğitiminde etkili olarak kullanılabileceği tahmin edilmektedir. Dorta (2008), Yıldız (2009), Baki ve diğerleri (2009) ve Turğut (2010)'un araştırma bulguları yapılan çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.



Ayrıca araştırma sonuçları, GSU destekli uygulamaların “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisini arttırdığını ve GSU destekli uygulamaların bu beceri üzerinde SM ve düzlemsel tasvirlerle yapılan uygulamalardan daha etkili çalışın olduğunu ortaya çıkarmıştır. McGee (1979), Lohman (1988) Maier (1998) ve Sorby (1999)’un tanımları gereği bu becerinin uzamsal yönelim ile ilişkili olmasından dolayı GSU’da yapılan uygulamaların bu uzamsal becerinin eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Güven ve Kösa (2008) ve Baki ve diğerleri (2009)’nin araştırma sonuçları yapılan çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

SM destekli uygulamalara ilişkin araştırma sonuçlarında bu çalışmaların öğretmen adaylarının “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” ve “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” becerilerine ilişkin puanlarını anlamlı düzeyde arttırdığı görülürken, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerine ilişkin puanlarında bir artış sağlamadığı ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte SM kullanan grubun PSVT toplam puanlarında da anlamlı bir artış olmamıştır. SBST puanlarındaki anlamlı artış öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğe ilişkin becerilerinde bir gelişme olduğunu ortaya koyarken, PSVT sonuçlarına göre bu artış uzamsal görselleştirme becerisinde sağlanmıştır. Uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim becerilerinde ise anlamlı bir gelişme yoktur. Diğer yandan SM destekli uygulamaların “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” ve “cisimleri zihinde döndürme” becerilerine olan etkilerinin diğer iki uygulamayla aynı olduğu, “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisi üzerindeki etkisinin ise GSU destekli uygulamalardan daha düşük olduğu görülmüştür. Sundberg (1994)’in yapmış olduğu çalışmada somut materyallerle yapılan uzamsal eğitim ile geleneksel geometri öğretiminin ilköğretim 2. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkileri incelenmiş ve uzamsal

eğitim alan deney grubu öğrencilerinin MGMP-SV testi puanlarının kontrol grubundan daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. MGMP-SV testinin uzamsal ilişkiler becerisi ile ilişkili olduğu düşünöldüğünde Sundberg (1994)'in sonuçları bu araştırmanın sonuçları ile farklılaşmaktadır. Bu farkın sebeplerinin çalışma gruplarındaki öğrencilerin farklı öğretim düzeylerinde olmalarından ve kullanılan uzamsal testlerin farklılaşmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Bayrak (2008), somut materyal, manipölatif ve origami etkinliklerini içeren görsel yöntemlerin altıncı sınıf öğrencilerinin, kâğıt katlama ve yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma ile ilgili SA testi puanlarını anlamlı düzeyde yükselttiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde bu çalışmada, “yüzey açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” becerisini ölçen “Açılımlar” testinde, SM kullanan grubunun anlamlı düzeyde gelişme göstermesi dolayısıyla iki araştırmanın sonuçları birbiriyle örtüşmektedir.

Baki ve diğerlerinin (2009) katı cisimlerin öğretiminde dinamik geometri yazılımı ile somut materyallerin kullanılmasının ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerine etkilerini karşılaştırdıkları ve ölçme aracı olarak PSVT'yi kullanıldıkları araştırmalarında yazılım ve somut materyal kullanan grupların “Açılımlar”, “Döndürme”, “Görünömler” ve PSVT toplam puanlarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir. “Açılımlar” bölümü puanları açısından Baki ve diğerleri (2009) tarafından elde edilen sonuçlar bu araştırmanın sonuçlarını desteklerken, “Döndürme” ve “Görünömler” bölümü puanları açısından iki çalışmanın sonuçları birbirlerinden farklılaşmaktadır. Bu farkın iki çalışmada kullanılan yazılımların ve planlanan uygulamaların farklı özelliklerde olmalarından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Araştırmaya ilişkin diğer sonuçlar, uygulamalardan sonra grupların “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma”, “açılımı verilen cismi zihinde oluşturma” ve “cisimleri zihinde döndürme” becerilerinin farklılaşmadığını gösterirken, “cisimlerin farklı yönden görünümünü zihinde canlandırma” becerisi açısından GSU grubunun diğer gruplardan daha başarılı olduğu ve SM grubu ile kontrol grubunun düzeyleri arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı ortaya çıkmıştır. Baki ve diğerleri (2009) dinamik geometri yazılımı kullanan deney grubu ile somut materyal kullanan deney grubunun “Açılımlar”, “Döndürme” ve toplam PSVT son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını tespit etmekle birlikte “Görünümler” son test puanları arasında yazılım kullanan grup lehine anlamlı farklılık olduğunu belirlemişlerdir. Bu noktada Baki ve diğerleri (2009) tarafından bulunan sonuçlar yapılan araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir. Buna karşılık, Baki ve diğerleri yazılım ve somut materyal kullanan grupların PSVT, “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” son test puanlarının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu noktada iki çalışmanın sonuçları örtüşmemektedir. Ortaya çıkan farkın sebebi iki çalışmada farklı özellikte yazılım ve somut materyal kullanılması olabileceği gibi yapılan uygulamaların süreleri ve içeriklerinin de bu sonuca yol açmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Yıldız (2009)’ın araştırmasında da, birinci okulda MGMP-SVT açısından deney grubu lehine fark bulunmasına karşılık, ZDT’ye ilişkin gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Yıldız (2009)’ın ZDT ile ilgili sonucu bu araştırmanın sonucunu desteklerken MGMP-SVT’ye ilişkin sonuç bu araştırmanın “cisimlerin zihinde döndürülmesi” becerisine ilişkin iki deney grubunun son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucu ile farklılaşmaktadır. Bu farkın ortaya çıkmasına, çalışma grubundaki öğrencilerin farklı öğretim düzeylerinde olmalarının yanında kullanılan uzamsal testlerin de

farklı özelliklerde olmalarının ve yapılan uygulamaların farklı geometri konuları kapsamında yapılmalarının sebep olabileceği düşünülmektedir.

Drickey (2000), ilköğretim 6. sınıf geometri öğretiminde somut materyal kullanan grubun, görsel manipülatif kullanan grubun ve geleneksel öğretim gören grubun “Açılımlar” testi puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığını ortaya koymuştur. Drickey (2000)’in sonuçları bu araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Mühendislik fakültesi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada Alias ve diğerleri (2002) somut materyaller kullanan deney grubu ile kontrol grubunun son test ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit etmişlerdir. Alias ve diğerleri (2002) tarafından kullanılan test, PSVT ile benzer özellikte olmasına karşılık bu çalışmada SM kullanan grup ile kontrol grubunun PSVT toplam puanları arasında anlamlı bir farkın ortaya çıkmaması sebebiyle, iki araştırmanın sonuçları birbirini desteklememektedir. Yapılan iki araştırma da üniversite düzeyindeki öğrenciler üzerinde yapılmış olmasına karşılık Alias ve diğerlerinin mühendislik öğrencileri ile çalışmalarının ve kullandıkları somut modellerin daha profesyonel araçlar olmasının iki araştırma arasında fark yaratan önemli sebepler olabileceği düşünülmektedir.

## 5.2.Öneriler

Ortaya çıkan sonuçlar ışığında araştırmacılara, üniversitedeki öğretim üyelerine, öğretmenlere ve GSU yazılımının yaratıcılarına bazı öneriler getirilebilir. Katı cisimler konusunun öğretiminde ilköğretim matematik öğretmenlerine yapılan GSU destekli uygulamaların onların uzamsal becerilerini olumlu yönde etkilediği ve hem uzamsal becerilerin eğitiminde hem de konunun öğrenilmesinde öğretmen adaylarının yazılımın etkili olduğuna inandıkları düşünüldüğünde, GSU yazılımının katı cisimlerin öğretiminde öğretim

üyeleri tarafından alternatif bir öğretim aracı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte sınıf öğretmenliği, ilköğretim matematik öğretmenliği ve ortaöğretim matematik öğretmenliği programlarındaki matematik öğretimine yönelik derslerde GSU yazılımının kullanımına ilişkin çalışmalar yapılarak öğretmen adaylarının bir öğretim teknolojisi olarak GSU'nun matematik öğretiminde etkili biçimde kullanımı konusunda bilgi ve beceri sahibi olmaları da sağlanabilir.

Araştırmada yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi incelenirken test puanlarının cinsiyet, bilgisayar kullanma düzeyi ve geometri başarısı gibi değişkenler tarafından nasıl etkilendiği incelenmemiştir. Gelecek araştırmalarda benzer öğretim uygulamalarının belirtilen değişkenler ile ilgili farklı düzeydeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini nasıl etkileyeceği araştırılabilir. Bununla birlikte çalışmada yürütülen uygulamalar öncesinde GSU'nun tanıtımına ve kullanımına ilişkin bir haftalık bir çalışma yapılırken, öğretmen adaylarının GSU'nun katı cisimlerin öğrenilmesindeki sınırlı yönlerine ilişkin görüşlerinde yazılıma alışmanın zaman aldığını ifade ettikleri görülmüştür. Bu anlamda GSU ile yapılacak sonraki deneysel araştırmalarda çalışma grubunun yazılıma daha fazla hakim olması için onlarla daha uzun süreli ön hazırlık yapılabilir.

Bu araştırmada, 3B bir modelleme yazılımı olan ve daha çok mühendislik alanında kullanılan GSU üzerinde geometri öğretimine yönelik uygulamalar planlanmıştır. Bu uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının bazıları katı cisimlerin incelenmesinde yazılımdaki bazı araçların kolay bir şekilde kullanılmadığını ve yüzey açılımı yapan bir aracın olmadığını ifade ettikleri görülmüştür. Buradan hareketle GSU'nun yaratıcıları doğrudan geometri eğitimine yönelik yeni yazılımlar geliştirerek bu alana katkı sağlayabilirler. Ayrıca sonraki araştırmalarda GSU ile farklı geometri yazılımlarının geometri

başarısı ve uzamsal yetenek üzerindeki etkililiklerinin karşılaştırıldığı ve GSU'nun düzlemsel geometri ve analitik geometri gibi farklı geometri konularının öğretiminde de etkili bir araç olarak kullanılıp kullanılmayacağına incelendiği yeni çalışmalar da yapılabilir.

Yapılan araştırmada, GSU ve SM destekli uygulamaların üniversite düzeyindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkileri karşılaştırılmıştır. Benzer uygulamalar ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler üzerinde yapılarak sonuçlar incelenebilir. Bunun yanında, Gutierrez (1992) uzay geometrinin öğrenilmesinde bilgisayar uygulamaları, somut model ve düzlemsel tasvirlerin kullanımını içeren çalışmaların birbirleriyle ilişkili olduğunu ve öğretimde birbirlerine göre üstün ve zayıf yönlerinin olduğunu ifade ederken öğretimde birbirlerini destekleyecek şekilde kullanılacaklarına parmak basmıştır. Bu bağlamda uzamsal yeteneğin eğitiminde bu üç yöntemin karşılaştırılmasını yapan çalışmaların yanında gelecek araştırmalarda üç yöntemin birlikte nasıl etkili bir şekilde kullanılacağına yönelik araştırmalar da yapılabilir.

Araştırma sonuçları SM destekli uygulamaların öğretmen adaylarının iki uzamsal beceriyle ilişkin test puanlarında anlamlı düzeyde bir artış sağlarken, diğer ikisinde anlamlı bir gelişme sağlamamıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının SM ile yapılan uygulamalarda her öğrenciye bir model düşmediğini, modellerin bazılarının düzgün yapıda olmadığını ve somut model yapımının zor olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Buradan hareketle daha fazla sayıda ve daha sağlam malzemelerden oluşturulmuş SM'lerin kullanıldığı farklı deneysel çalışmalar yapılarak uygulamaların uzamsal yetenek üzerindeki etkisi yeniden test edilebilir. Ayrıca matematik öğretmeni adaylarına sanayi malzemeleri, karton, plastik gibi ucuz malzemelerden somut materyal tasarlama ve öğretimde etkili şekilde

kullanmaya ilişkin çalışmalar yapılarak onların bu araçlara ilişkin becerileri ve tutumları geliştirilebilir.

Bu çalışmada uzamsal yeteneğin ölçülmesi amacıyla SBST ve PSVT kullanılmıştır. Araştırmacılar benzer uygulamaların uzamsal yeteneğe etkisini ölçerken farklı kâğıt testleri veya bilgisayar testleri kullanarak ortaya çıkan puanları değerlendirebilirler.

## KAYNAKLAR

- Alias, M., Black, T. R. & Gray, D. E. (2002). Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3(1), 1-12.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı*. Sakarya yayıncılık, 6. Baskı.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya kitabevi.
- Baki, A., Kösa, T. ve Güven, B. (2009). A Comparative Study of the Effects of Using Dynamic Geometry Software and Physical Manipulatives on the Spatial Visualization Skills of Pre-service Mathematics Teachers. *British Journal of Educational Technology*, Online ISSN: 1467-8535.
- Baştürk, R. (2010). *Bütün yönleriyle SPSS örnekli nonparametrik istatistiksel yöntemler*. Ankara: Anı yayıncılık.
- Battista, M.T. (2007). The development of geometric and spatial thinking, F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (1, 843-908). *National Council of Teachers of Mathematics*.
- Battista, M.T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 47—60.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H. & Talsma, G. (1989). Spatial visualization, formal reasoning, and geometric problem-solving strategies of pre-service elementary teachers, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(4), 17-30.



- Baykul, Y. (2004). *Matematik öğretimi*. Ankara: Anı yayıncılık.
- Bayrak, M. E. (2008). *Investigation of effect of visual treatment on elementary school students' spatial ability and attitude toward spatial ability problems*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Bayram, S. (2004). *The effect of instruction with concrete models on eighth grade students' geometry achievement and attitudes toward geometry*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Bodner, G. M. & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.
- Boulton-Lewis, G. M., Cooper, T. J., Atweh, B., Pillay, H., Wilss, L. & Mutch, S. (1997). The transition from arithmetic to algebra: a cognitive perspective. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 21(2), 185-192.
- Butsa, E. M. (2000). *The relationship between middle school students' knowledge of concept of variable and the use of concrete manipulatives*. Unpublished doctoral dissertation, Northern Iowa University.
- Capraro, R. M. (2001). Exploring the influences of geometric spatial visualization, gender, and ethnicity on the acquisition of geometry content knowledge, *Paper presented at the annual meeting Southwest Educational Research Association, New Orleans, LA* (ERIC Document Reproduction Service No. ED451057).
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor analytic studies*, Cambridge. Cambridge University Press.

- Cohen, C.A. & Hegarty, M. (2008). Spatial visualization training using interactive animation. *Conference on research and training in spatial intelligence, Sponsored by National Science Foundation, Evanston, IL. June, 13-15.*
- Cohen, C.A. & Hegarty, M. (2007). Sources of difficulty in imagining cross sections of 3D objects. D. S. McNamara & J. G. Trafton (Eds), *Proceedings of the Twenty-ninth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 179-184, Austin TX: Cognitive Science Society.*
- De Lisi, R. & Wolford, J. L. (2002). Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology, 163, 272-282.*
- Demirel, Ö. (2010). *Eğitimde yeni yönelimler*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dorta, N. M., Saorin, J. L. & Contero, M. (2008). Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities to engineering students. *Journal of Engineering Education, 98, 505-513.*
- Drickey, A. N. (2000). *A comparison of virtual and physical manipulatives in teaching visualization and spatial reasoning to middle school mathematics students.* Unpublished doctoral dissertation, Utah State University.
- Erdoğan, B. (2007). *The effects of physical manipulative with or without self-metacognitive questioning on sixth grade students' knowledge acquisition in polygons.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Eliot, J. & Smith, I.M., (1983). *An international directory of spatial tests.* Windsor, Berkshire: NFER-NELSON.

Fleron, J. F. (2009). *Google SketchUp: A Powerful Tool for Teaching, Learning and Applying Geometry*.

<http://www.wsc.ma.edu/math/prime/concrete.ideas/GSUPaperNCTM.pdf> adresinden 5 Nisan 2011 tarihinde alınmıştır.

Fennema, E. & Tartre, L. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by boys and girls. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16(3), 184-206.

Fennema, E. & Sherman, J. (1977). Sex related differences in mathematics achievement, spatial visualization and affective factors, *American Educational Research Journal*, 14, 51-71.

Galton, F. (1883). *Inquiries into the human faculty and its development*. London: Macmillan.

Gaulin, C. (1985). The need for emphasizing various graphical representations of 3-dimensional shapes and relations'. *Proceedings of the Ninth International Conference on the Psychology of Mathematics Education, State University of Utrecht, Sub-faculty of Mathematics, OW & OC, Utrecht, 2, 53-71*.

Google SketchUp (t.y.) <http://sketchup.google.com/product/features.html> adresinden 3 Mart 2011 tarihinde alınmıştır.

Goldsby, D. (2009). *Research Summary: Manipulatives in Middle Grades Mathematics*.

<http://www.nmsa.org/Research/ResearchSummaries/Mathematics/tabid/1832/Default.aspx> adresinden 2 Mart 2011 tarihinde alınmıştır.

- Guay, R.B. & McDaniel, E.D. (1977). The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school, *Journal of Research on Mathematics Education*, 8, 211-215.
- Gutierrez, A. (1992). Exploring the links between Van Hiele levels and 3-dimensional geometry. *Structural Topology*, 18, 31-48.
- Gürsoy, K., Yıldız, C., Çekmez, E. ve Güven, B. (2009). Üç boyutlu geometrik şekillerin iki boyutlu düzleme resmedilmesinde oluşan algı yanılgılarına Cabri 3D yazılımının etkisi.3<sup>rd</sup> *International Computer and Instructional Technologies Symposium, Proceedings*, 656-662, Trabzon.
- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills, *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 7(4), 100–107.
- Hanlon, A.E.C. (2010). *Investigating the influence of Quick Draw on pre-service elementary teachers beliefs, in concordance with spatial and geometric thinking: a mixed methods study*. Unpublished doctoral dissertation, Oklohama State University.
- Hershkowitz, R., Parzysz, B. & Van Dormolen, J. (1996). Space and shape. A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education*. Dordrecht: Kluwer. 161-204.
- Hershkowitz, R. (1989). Visualization in geometry—two sides of the coin, *Focus on learning problems in mathematics*, 11(1), 61–76.

Kakmacı, Ö. (2009). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme başarılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karaman, T. ve Toğrol A.Y. (2000). Relationship between gender, spatial visualization, spatial orientation, flexibility of closure abilities and performance related to plane geometry subject among sixth grade students. *Boğaziçi University Journal of Education*, 26(1), 1-25.

Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınları.

Kayhan, E.B. (2005). *Investigating of high school students' spatial ability*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Kennedy, L. M. (1986). A rationale. *Arithmetic Teacher*, 33(6), 6-7.

Koroghlanian, C. M. (2011). *SketchUp*. <http://homepage.mac.com/carolmk/es380/selectionlist/sketchup.pdf> adresinden 3 Nisan 2011 tarihinde alınmıştır.

Koşar, E., Yüksel, S., Özkılıç, R., Avcı, U., Alyaz, Y. ve Çiğdem, H. (2003). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Öğreti Pegem A Yayıncılık.

Krutetskii, V.A. (1976). *The Psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: University of Chicago Press.

Kurtuluş, A. ve Uygan, C. (2010). Katı cisimler konusunun öğretiminde Google SketchUp yazılımının kullanılması. *4 th International computer and instructional technologies symposium proceedings,727-733, Konya*.

- La Ferla, V., Olkun, S., Akkurt, Z., Alibeyoğlu, M.C., Gonulates, F.O., Accascina, G. (2009). An international comparison of the effect of using computer manipulatives on middle grades students' understanding of three-dimensional buildings. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> international conference on technology in mathematics teaching, France.*
- Lean, G. & Clements, M.A. (1981). Spatial ability, visual imagery and mathematical performance. *Educational studies in mathematics, 12* (3), 267-299.
- Linn, M.C. & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A-meta analysis. *Child development, 56*, 1479-1498.
- Lohman, D.F. (1988). Spatial abilities as traits, processes and knowledge. R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence, 40*, 181-248.
- Maier, P. H. (1998). Spatial geometry and spatial ability: How to make solid geometry solid?, E. Cohors-Fresenborg, K.Reiss, G. Toener, & H.-G Weigand (Eds.), *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics, Osnabreck, 63-75.*
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2009a). *İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2009b). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2010a). *Ortaöğretim geometri dersi 9-10. sınıflar öğretim programı.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2010b). *Ortaöğretim geometri dersi 11. sınıf öğretim programı.*

Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.

Moyer, S. P. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational studies in mathematics*, 47(2), 175-197.

Mundy, J.F. (1980). *Spatial ability, mathematics achievement, and spatial training in male and female calculus students.* Unpublished Doctoral Dissertation, New Hampshire University.

Murdock, K. L. (2009). *Google SketchUp and SketchUp Pro 7 Bible.* Wiley Publishing Inc., Indianapolis, USA.

Naraine, B. (1989). *Relationships among eye fixation variables on task-oriented viewing of angles, Van Hiele Levels, spatial ability and field dependence,* Unpublished Doctoral Dissertation. The Ohio State University. Dissertation Abstracts International, 50, 3914A.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.

Oliviera, T. (2004). *Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study.* *International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.

Olkun, S. (1999). *Stimulating children's understanding of rectangular solids made of small*

*cubes*. Unpublished doctoral dissertation, Arizona State University.

- Olkun, S. (2008). *Dinamik geometri yazılımları ile geometri etkinlikleri*. Ankara: Maya Akademi.
- 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), Article13.
- Olkun, S., Smith, G.G., Geretson, H., Yuan, Y. ve Joutsenlahti , J. (2009). Comparing and enhancing spatial skills of pre-service elementary school teachers in Finland, Taiwan, USA, and Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 1545–1548.
- Olkun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Maya Akademi.
- Özdemir, E. ve Ubuz, B. (2006). Proje tabanlı öğrenme: 7. Sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarına etkisi. *VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, s.225, *Gazi Üniversitesi*.
- Passig, D. & Sigal, E. (2001). Virtual reality as a tool for improving spatial rotation among deaf and hard-of-hearing children. *CyberPsychology & Behaviour*, 4(6), 681-686.
- Pittalis, M., Mousoulides, N. & Christou, C. (2007). Spatial ability as a predictor of geometry ability. *Proceedings of the Fifth Conference of the European society for Research in Mathematics Education (Thematic Group 7)*. Cyprus: Larnaca.



Salkind, N. J. (1976). A crossdimensional study of spatial visualization in young children.

*Journal of Genetic Psychology, 129(2), 339-340.*

Sarı, S. (2010). *The effect of instruction with concrete materials on fourth grade students'*

*geometry achievement.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik

Üniversitesi.

Sencer, M. (1981). *Yöntembilim terimleri sözlüğü.* Türk Dil Kurumu, Ankara.

Sexton, T. J. (1992). Effect on spatial visualization: Introducing basic engineering graphics

concepts using CAD technology. *Engineering Design Graphics Journal, 56(3), 36-*

*43.*

Shieh, W. (1985). *Spatial visualization, attitudes towards mathematics, and mathematics*

*achievement among Chinese-American, Hispanic American, and Caucasian seventh*

*and eighth grade students.* Unpublished doctoral dissertation, The Pacific University.

Smyser, E.M. (1994). *The effects of geometric supposers: spatial ability, Van Hiele levels*

*and Achievement.* Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University.

Sorby, S., & Baartmans, B. (2000). The development and assessment of a course for

enhancing the 3-d spatial visualization skills of first year engineering students.

*Journal of Engineering Education, 89(3), 301-07.*

Sorby, S.A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design*

*Graphics Journal, 63(2), 21-32.*

Strong, S. & Smith R. (2002). Spatial visualization: Fundamentals and trends in

engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1), 1-6.

Sundberg, E. S. (1994). *Effect of spatial training on spatial ability and mathematical achievement as compared to traditional geometry instruction*. Unpublished doctoral dissertation, University of Missouri-Kansas City.

Suppiah, K. (2005). Improving and identifying the spatial visualization ability of students. *ITE Teachers' Conference: Hands, Minds & Hearts on Technical Education for the ITE Advantage*, Singapore.

Sutton, K.J. & Williams, A.P. (2007). Spatial cognition and its implications for design. *International Association of Societies of Design Research, Hong Kong*.

Szendrei, J. (1996). Concrete materials in the classroom. A. J. Bishop, K. Clements, C, Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.) *International handbook of mathematics education, 1*, 411–434. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Tartre, L.A.(1990). *The role of spatial orientation skill in the solution of mathematics problems and associated sex-related differences*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin-Madison.

Tso, T. & Liang, Y.N. (2002). The study of interrelationship between spatial abilities and Van Hiele levels of thinking in geometry of eight-grade students, *Journal of Taiwan Normal University*, 46 (2). <http://www.ntnu.edu.tw/acad/epub/j46/se46-1.htm>  
adresinden 8 Nisan 2011 tarihinde alınmıştır.

Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*.

Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Turğut, M. (2010). *Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Türk Dil Kurumu (2011). [www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr) adresinden 03 Nisan 2011 tarihinde alınmıştır.

Usiskin, Z. (1982). Van Hiele levels and achievement in secondary school. *Final Report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project*. Chicago: University of Chicago.

Weidemann, W.J. (1990). *Three methods of teaching locus of points problems in high school geometry*. Unpublished doctoral dissertation, Vanderbilt University.

Yıldırım, A. Ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 83-96.

Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini somut modeller ve*

*bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*

**EKLER**

**EK. A**

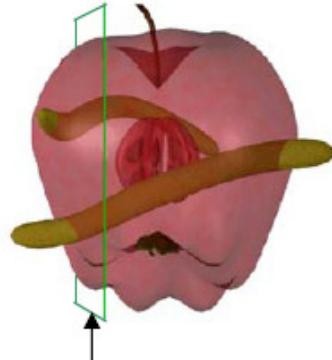
**UZAMSAL YETENEK TESTLERİ**

## SANTA BARBARA SOLIDS TEST

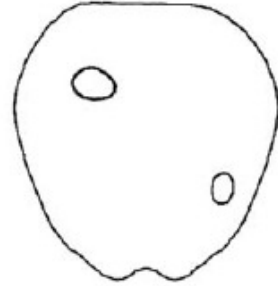
Bu test ara kesitlerle ilgilidir. Ara kesitler bir düzlemin üç boyutlu bir cismi kestiği zaman oluşan düzlemsel ( iki boyutlu ) şekillerdir.

Günlük hayatta ara kesitlerle ilgili birçok örnekle karşılaşırız. Örneğin bir elmayı dilimlediğimizde ortaya çıkan kesim yüzeyi elmanın ara kesitidir. Burada bıçağı kesici düzlem, elmayı da üç boyutlu cisim olarak düşünebiliriz.

Aşağıdaki şekil kurtlanmış bir elmayı göstermektedir. Bu elma bir düzlem tarafından dilimlenmektedir. Sağdaki şeklin hem elmanın hem de elma içindeki kurtların ara kesitlerini gösterdiğine dikkat ediniz.

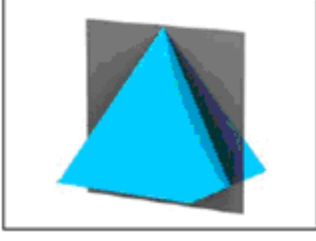


**Kesici Düzlem**

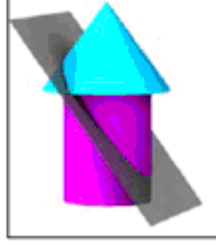


**Ortaya çıkan ara kesitin görüntüsü**

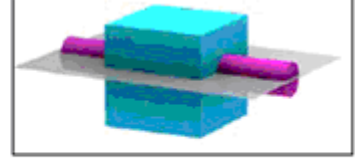
Bu çoktan seçmeli testte aşağıdaki gibi üç farklı tipteki şeklin bir düzlem tarafından kesilmesi ile oluşan ara kesiti bulmanız istenmektedir.



(Tek cisim)



(Birleşik cisim)



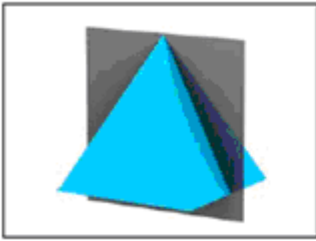
(İç içe geçmiş cisim)

Aşağıda teste başlamadan önce hatırlamanız için bazı bilgilere yer verilmiştir:

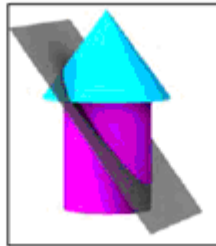
Testte düzlemin kestiği tüm şekiller üç boyutlu cisimdir.

- Cisimlerin hepsi 15 – 20 cm uzunluktadır. Bu cisimlerin önünüzdeki bir masanın üzerinde durduğunu düşünün.
- Testteki birleşik şekillerin de bulunduğuna dikkat ediniz. Bu şekilleri birbirlerine yapıştırılmış olarak düşününüz.
- Testte iç içe geçmiş şekillerin de bulunduğuna dikkat ediniz. Aşağıdaki şekilde küpün içinden geçen bir silindir görünmektedir. Burada bu şekli dilimlediğimiz zaman küpün içindeki silindirin de ara kesitini almış oluyoruz.

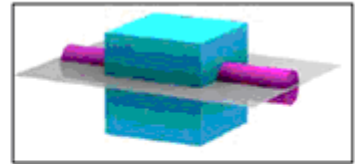
Bu testte aşağıdaki üç resimde görüldüğü gibi düzlemler üç farklı eğimle cisimleri kesmektedirler.



(Dik düzlem)



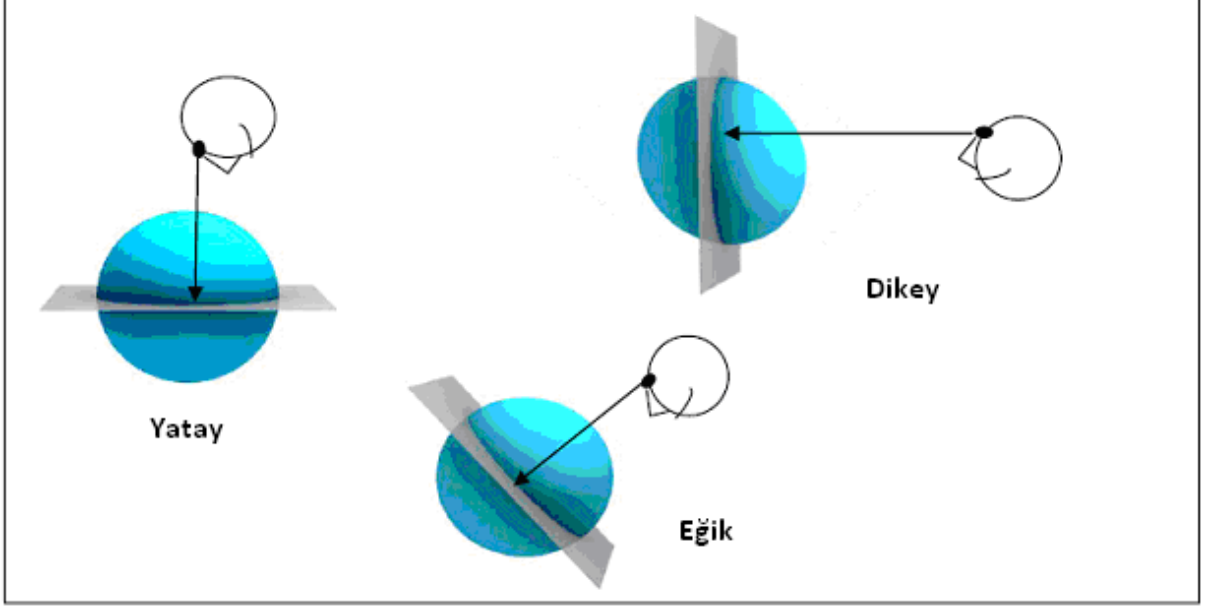
(Yatay düzlem)



(Eğik düzlem)



Resimlerde dik, yatay ve eğik olmak üzere üç farklı eğimdeki düzlemin cisimleri kestiğini görüyoruz. Bu üç farklı kesici düzlemin her biri için, sanki aynada yansımanıza bakıyormuşsunuz gibi, düzleme karşıdan baktığınız zaman ara kesitin nasıl görüneceğini hayal ediniz.

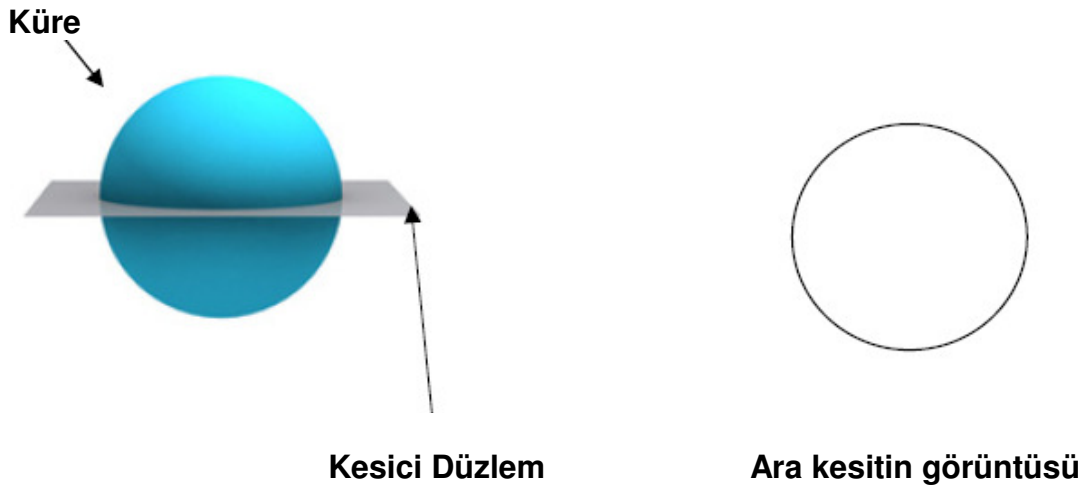


**Soldaki: Yatay ara kesite tam karşısından bakan göz**

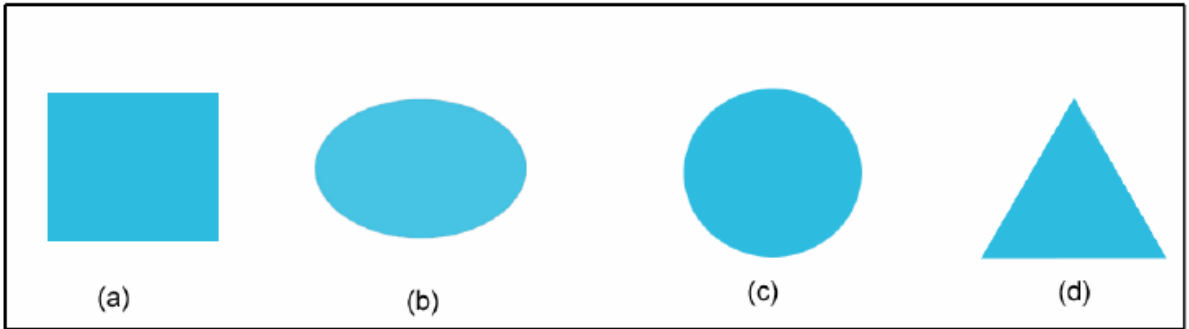
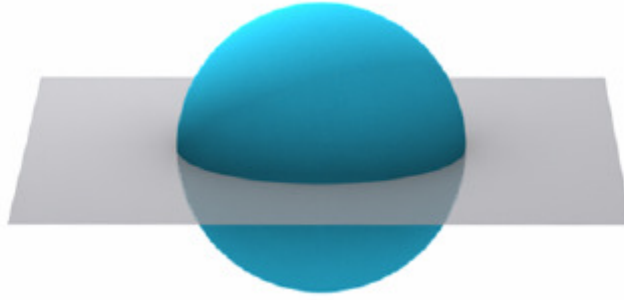
**Ortadaki: Eğik ara kesite tam karşısından bakan göz**

**Sağdaki: Dikey ara kesite tam karşısından bakan göz**

Bu testte ara kesitin 15 – 20 cm uzunluğunda olduğunu ve karşınızdaki bir masanın üzerinde ayna gibi durduğunu düşünmelisiniz. Aşağıdaki örnekte, düzlem cismi keserek sağdaki ara kesitin ortaya çıkmasını sağlamıştır.



### ÖRNEK PROBLEM



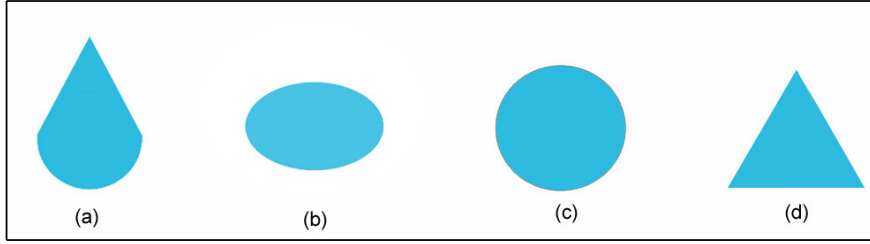
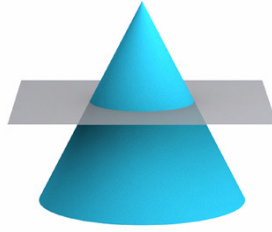
### Son açıklamalar:

Ara kesit düzlemine tam karşısından baktığımızı hayal ederek ortaya çıkan görüntüyü gözünüzde canlandırınız.

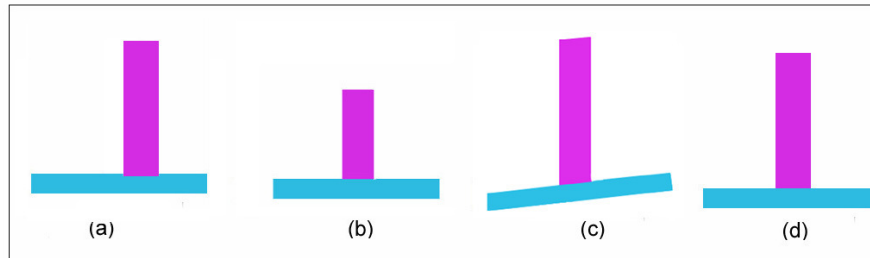
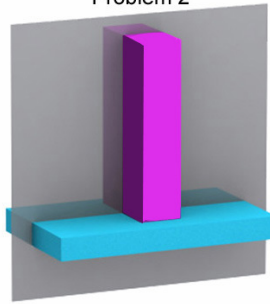
Cevaplarınızı oluşan görüntünün büyüklüğüne göre değil şekline göre vermeye dikkat ediniz.

Test sırasında sorunuz olursa öğretmeninize sorabilirsiniz.

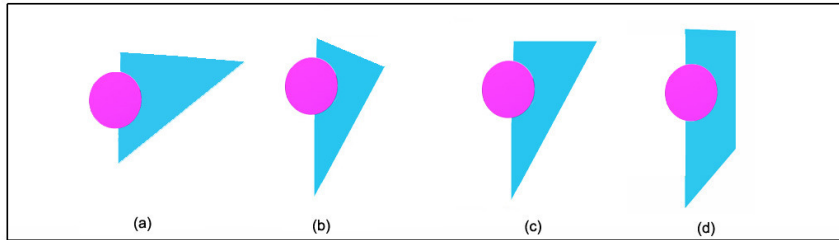
Problem 1



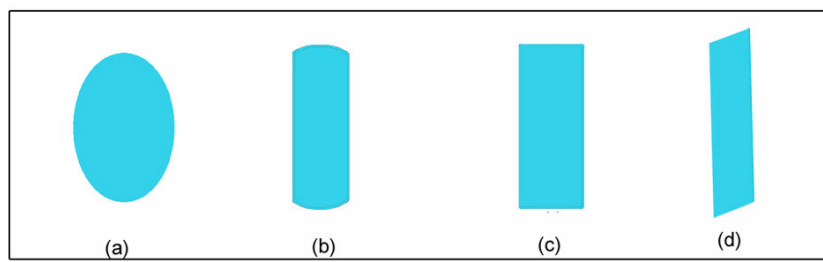
Problem 2



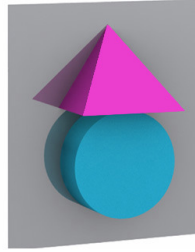
Problem 3



Problem 4



Problem 5



(a)



(b)

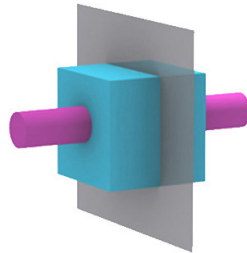


(c)



(d)

Problem 6



(a)



(b)

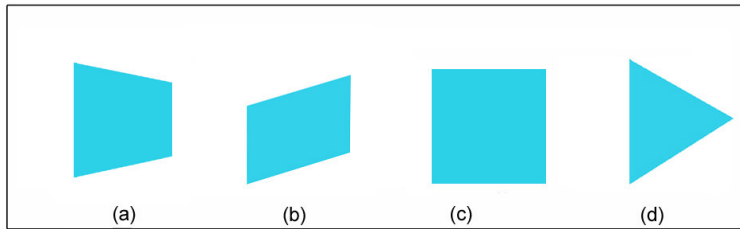
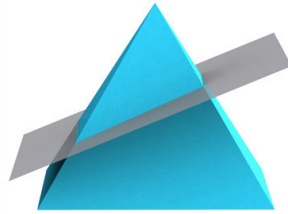


(c)

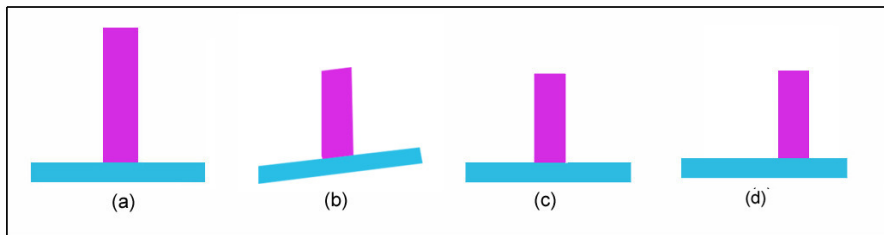
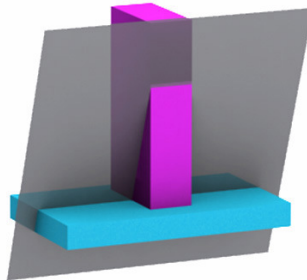


(d)

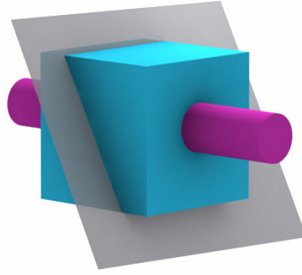
Problem 7



Problem 8



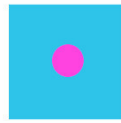
Problem 9



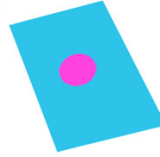
(a)



(b)

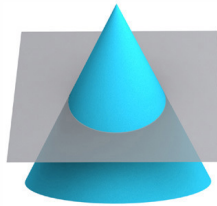


(c)



(d)

Problem 10



(a)



(b)

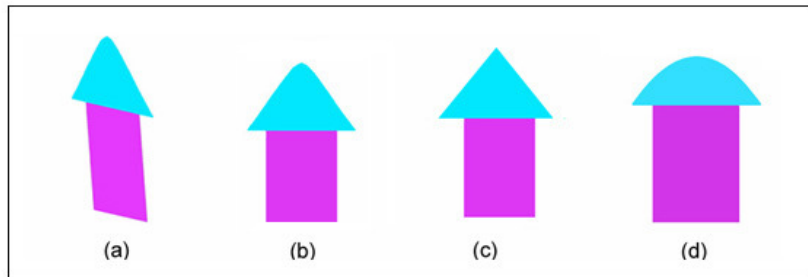
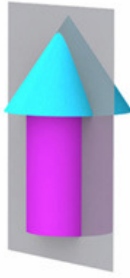


(c)

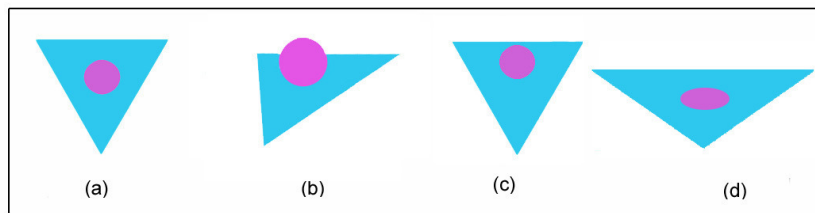
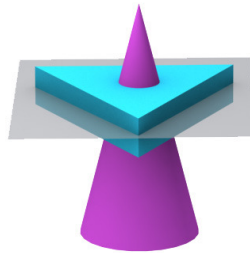


(d)

Problem 11

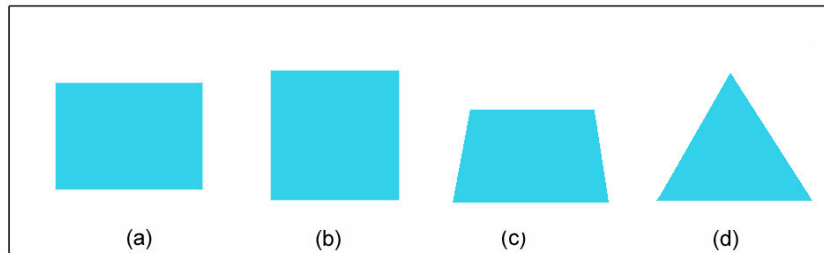
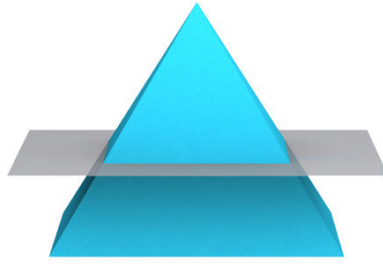


Problem 12

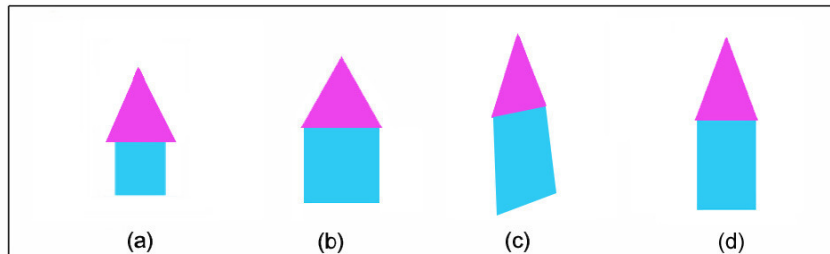
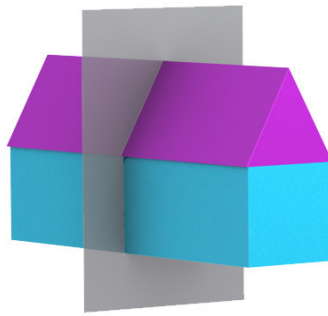




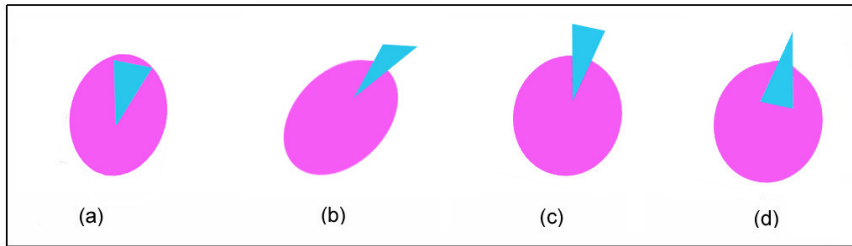
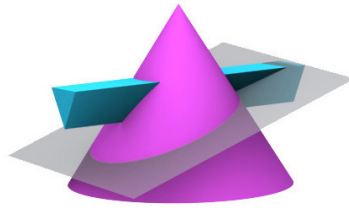
Problem 13



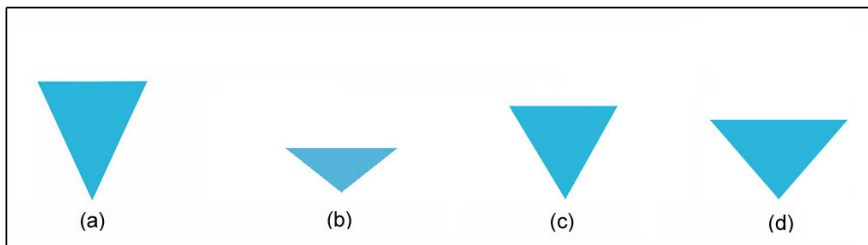
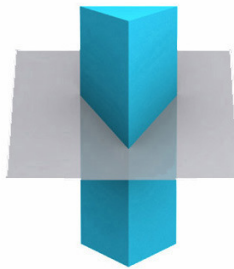
Problem 14



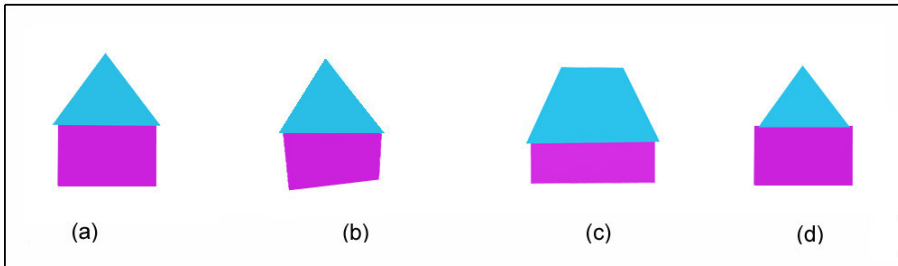
Problem 15



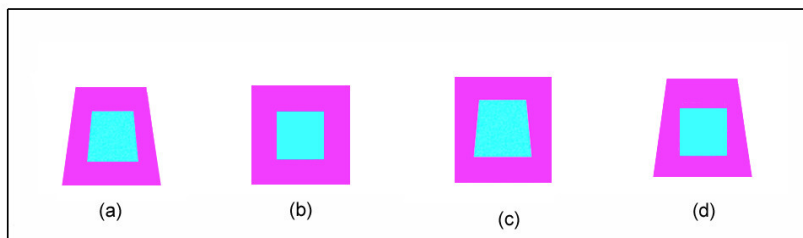
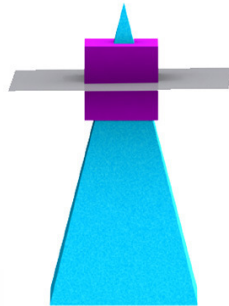
Problem 16



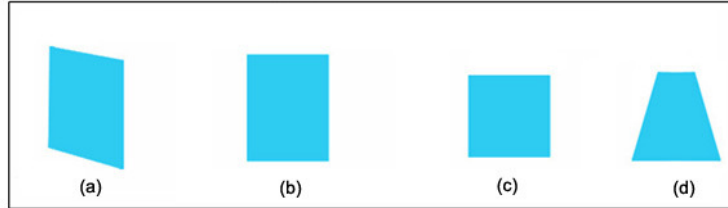
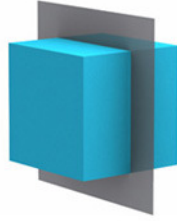
Problem 17



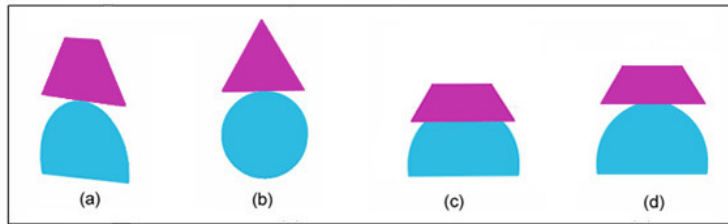
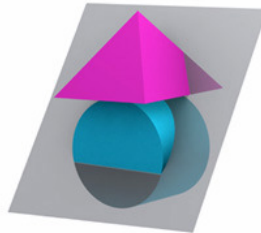
Problem 18



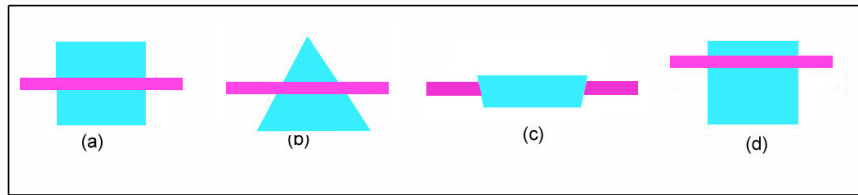
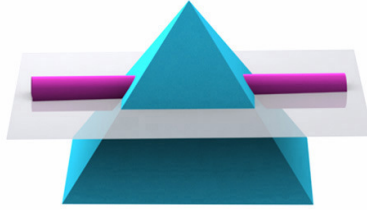
Problem 19



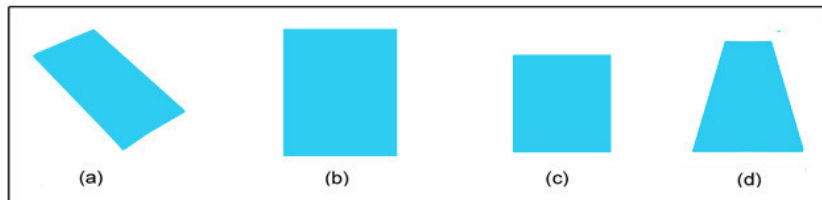
Problem 20



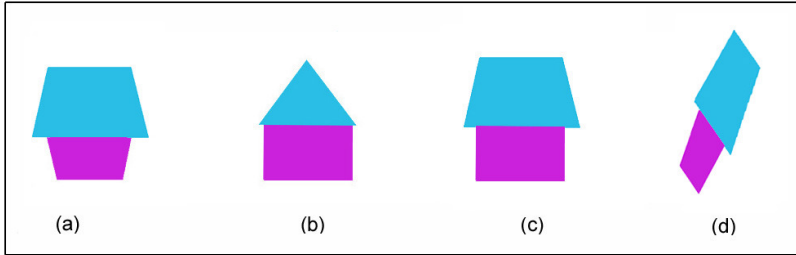
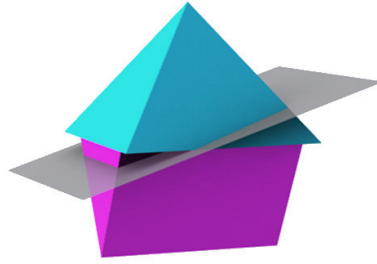
Problem 21



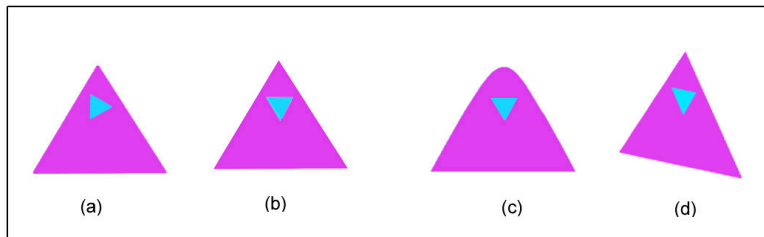
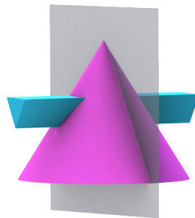
Problem 22



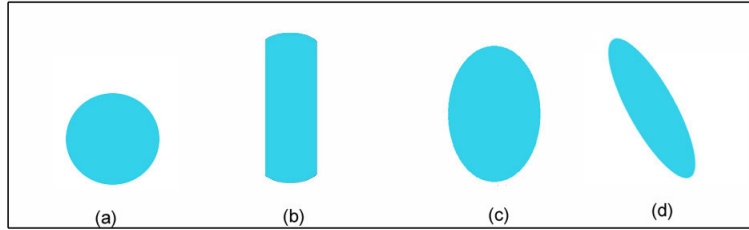
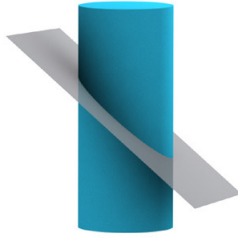
Problem 23



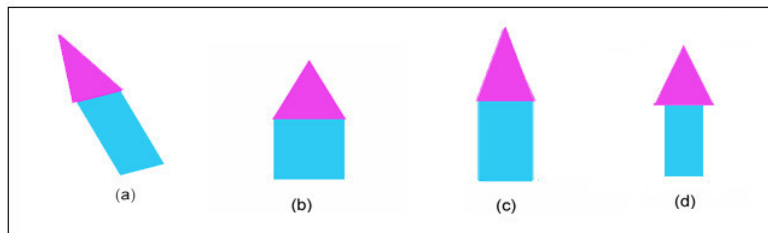
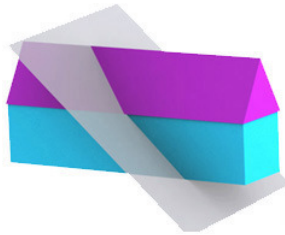
Problem 24



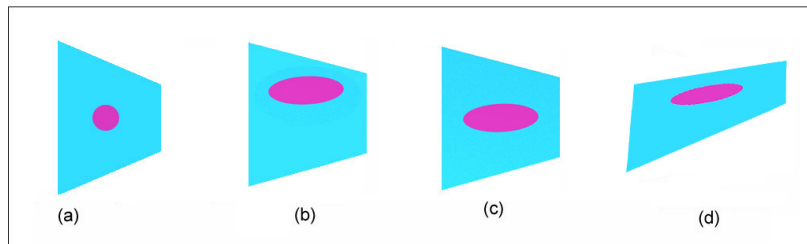
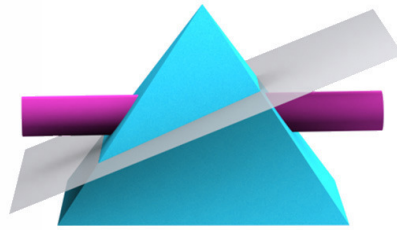
Problem 25



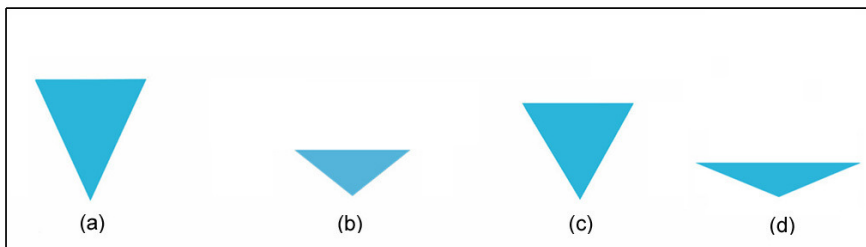
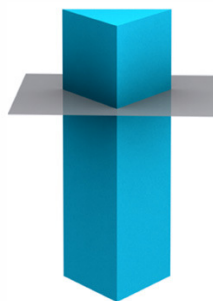
Problem 26



Problem 27

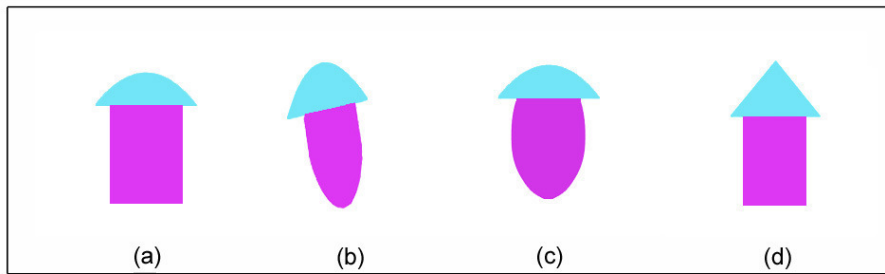
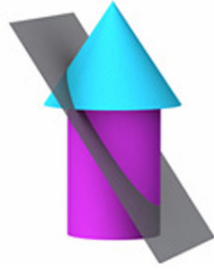


Problem 28

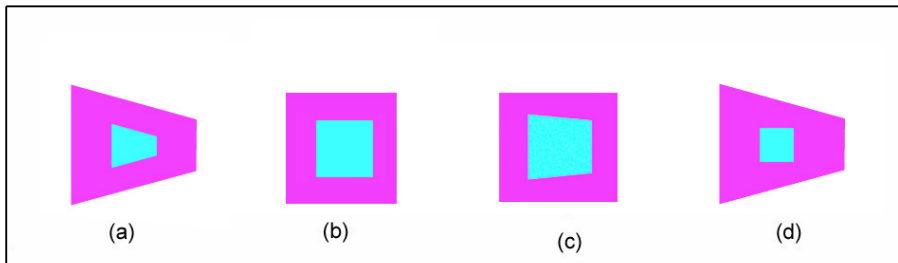
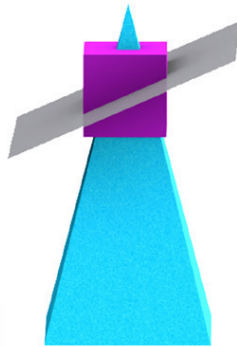




Problem 29



Problem 30

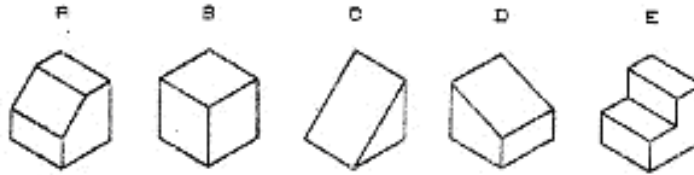
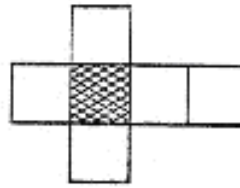


## PURDUE SPATIAL VISUALIZATION TEST

### BÖLÜM 1: AÇILIMLAR

#### YÖNERGE

Bu testin ilk bölümü açılımların üç boyutlu cisimlere katlanışını ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türüne yöneliktir.



Soruda bir açılım ve beş üç boyutlu cisim verilmiştir. Açılım bir üç boyutlu cismin iç yüzeylerini göstermektedir. Açılımın gölgeli kısmı bu üç boyutlu cismin taban yüzeyini belirtmektedir. Buna göre;

1. Açılımın üç boyutlu cisme katlandığı zaman nasıl görüldüğünü zihninizde canlandırınız.
2. A,B,C,D ve E seçeneklerinde verilen 5 cisim arasından açılımın katlanmış haline karşılık gelen cismi seçiniz

Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?

A, C, D ve E cevapları yanlıştır. Verilen açılım kapatılarak sadece B seçeneğindeki cisim oluşturulabilir. Bu testteki bütün bölümlerde her bir sorunun sadece bir doğru cevabı vardır.

## BÖLÜM 2: DÖNDÜRME

### YÖNERGE

İkinci bölüm üç boyutlu cisimlerin dönüşümünü ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türüne yöneliktir.



cismi  
döndürülerek

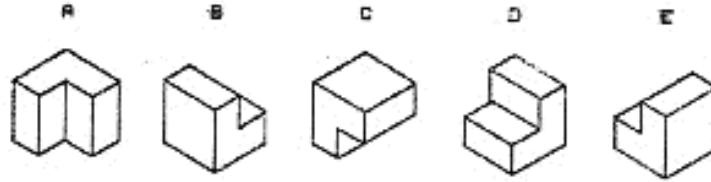


haline  
getiriliyor

Buna göre



cismi aynı şekilde döndürülürse  
aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?



1. En üstte soldaki cismin nasıl döndürüldüğünü inceleyiniz.
2. Sorunun orta sırasında yer alan şeklin üstteki cisme benzer biçimde döndürülmesi sonucu nasıl görüneceğini zihninizde canlandırınız.
3. Sorunun alt kısmında yer alan (A, B, C, D ve E seçeneklerindeki) beş şekil arasından ortadaki cismin döndürülmüş halini göstereni seçiniz.

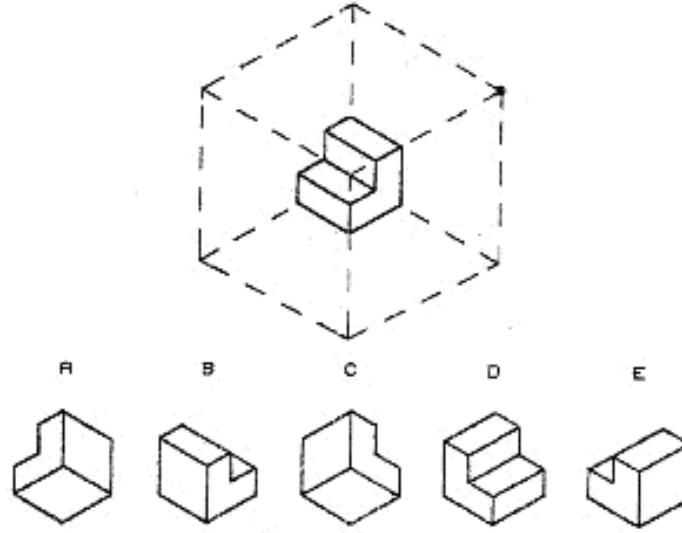
Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?

A, B, C ve E cevapları yanlıştır. Verilen dönüşüme bağlı olarak sadece D seçeneği, cismin döndürülmüş halini göstermektedir. Her bir sorunun sadece bir doğru cevabı olduğunu hatırlayınız.

## BÖLÜM 3: GÖRÜNÜMLER

### YÖNERGE

Üçüncü bölüm, üç boyutlu cisimlerin farklı bakış açılarından görünümelerini ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türüne yöneliktir.



Yukarıdaki örnekte cam bir küpün tam ortasında yer alan üç boyutlu bir cisim ve A,B,C,D ve E seçeneklerinde bu cismin farklı bakış açılarından görünüşleri sunulmuştur. Cam küpün sağ üst köşesinde yer alan siyah nokta soruda cisme hangi yönden bakılacağını göstermektedir.



1. Siyah nokta cisimle sizin aranızda doğrusal bir konumda yer alana kadar kendinizi cismin etrafında hareket ediyormuş gibi düşünün.
2. Bu bakış pozisyonundan cam küpün içindeki cismin nasıl görüldüğünü zihninizde canlandırın.
3. Beş şekil (A,B,C,D veya E) arasından bakış pozisyonundan gözlenen görüntüyü seçiniz.


Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?



A, B, C ve D cevapları yanlıştır. Verilen pozisyondan bakıldığında sadece E seçeneğindeki şekil görünür.

**EK. B**

**UZAMSAL YETENEK TESTLERİNİN KULLANIM İZİNLERİ**

**SBST KULLANIM İZİNİ****Re: Santa Barbara Solids Test**[Back to messages](#) |  To see messages related to this one, [group messages by conversation](#).

 **Mary Hegarty** [Add to contacts](#)  
To candas uygan

1/8/2011   
[Reply](#) 

Yes, you are very welcome to use it.  
Mary Hegarty

On 1/7/2011 10:08 AM, candas uygan wrote:

Dear A.Cohen and Hegarty,

I am Research Assistant Candas UYGAN from Eskisehir Osmangazi University Turkey. I am studying about spatial visualization and cross sections of 3D objects in my Master Thesis and i think that Santa Barbara Solids Test is the most suitable test to measure ability about visualization of cross sections. I found the test and its answer key on Internet. May i use Santa Barbara Solids Test in my research?

Best regards.

## PSVT KULLANIM İZİNİ

**George M. Bodner** [Add to contacts](#)

3/17/2011
Reply

To 'candas uygan'

3 attachments (total 333.5 KB)

Hotmail [Active View](#)

Answers P...pdf  
[Download](#) (5.3 KB)

Bodner an...pdf  
[Download](#) (105.1 KB)

Purdue SV...pdf  
[Download](#) (223.1 KB)

[Download all as zip](#)

I have attached copies of three PDF files. One is a copy of the exam, another is a copy of the paper in which we tried to establish construct validity, and the third is a scoring rubric. Please note that the test works best when given in a timed manner to limit the amount of analytical processing. You can use this at no cost.

Let me tell you that I do not believe in pre-test/post-test designs. Students who are in college-level courses seldom take the exam seriously a second time. If I was going to use this test, I would collect data on a sample population before instruction and on an equivalent population after instruction, rather than trying to get people to do this twice.

---

**From:** candas uygan [mailto:uygancandas@hotmail.com]  
**Sent:** Thursday, March 17, 2011 9:04 AM  
**To:** gmbodner@purdue.edu  
**Subject:** Purdue Spatial Visualization Test

Hi Dr. Bodner,

My name is Candaş Uygan and I am currently working on my master thesis at Eskişehir Osmangazi University in Turkey. The subject of my thesis is about comparison of 3D modelling software and concrete manipulatives on improving spatial skills. I was hoping to get permission to use Purdue Visualization Test as a pre, post measure. I'm not sure of the protocol associated with using PSVT. Do I have to pay money for the test? I will need to make 324 copies of the PSVT.

Thanks so much for your time,  
 Uygan.

**EK.C**

**GÖRÜŞME FORMLARI**



**GSU KULLANAN DENEY GRUBU İÇİN HAZIRLANAN GÖRÜŞME FORMU****Görüşme Formu**

1. Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
2. Konunun öğrenilmesinde Google SketchUp'ta yapılan uygulamaların güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?
3. Konunun öğrenilmesinde Google SketchUp'ta yapılan uygulamaların sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?

**SM KULLANAN DENEY GRUBU İÇİN HAZIRLANAN GÖRÜŞME FORMU****Görüşme Formu**

1. Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
2. Konunun öğrenilmesinde, somut modeller kullanılarak yapılan uygulamaların güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?
3. Konunun öğrenilmesinde ilişkin somut modeller kullanılarak yapılan uygulamaların sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?

**KONTROL GRUBU İÇİN HAZIRLANAN GÖRÜŞME FORMU****Görüşme Formu**

1. Yapılan öğretimin katı cisimleri zihinde algılama, döndürebilme, açılımlarını ve kesitlerini hayal edebilme gibi becerilerinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
2. Kâğıt üzerindeki düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların konunun öğrenilmesindeki güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?
3. Düzlemsel tasvirler üzerinde yapılan uygulamaların katı cisimlerin öğrenilmesindeki sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nelerdir?

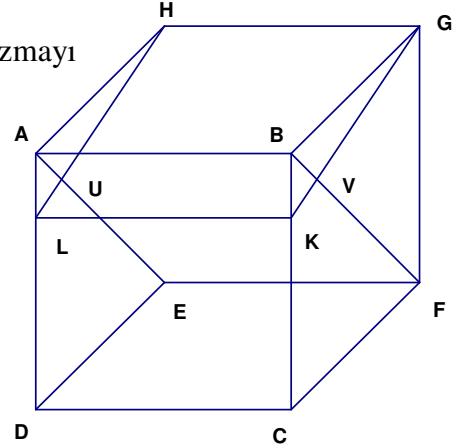
**EK. D**

**UYGULAMALARDA KULLANILAN ÇALIŞMA KÂĞITLARI**

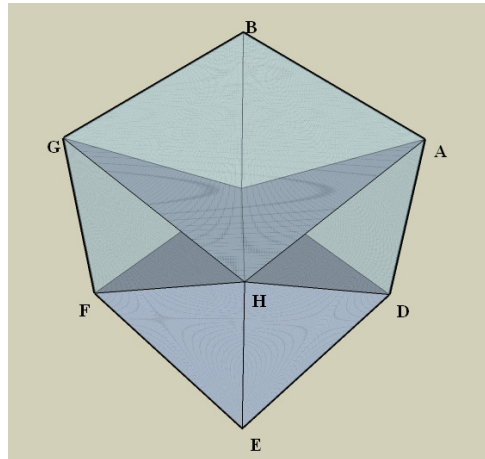
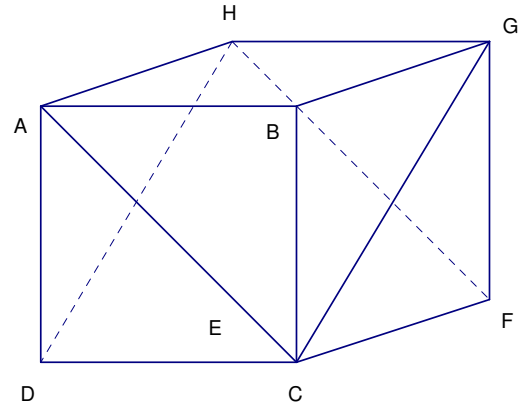
### ÇALIŞMA KÂĞIDI 1

1. Sağda bir dikdörtgenler prizması görünmektedir. Bu dikdörtgenler prizmasının içinden geçen ABFE ve HGKL düzlemleri, prizmayı dört parçaya ayırmaktadır. Bu parçalar ne tür şekillerdir?

$|AB| = 6$  cm,  $|GF| = 8$  cm,  $|CF| = 10$  cm,  $|AL| = 2$  cm olduğuna göre her bir parçanın hacmini bulunuz.



2. Sağdaki şekiller bir kenarı 10 cm olan bir küpün önden ve arkadan görünümünü vermektedir. Bu küpün içinden DCGH ve AHFC dikdörtgenleri geçmektedir. Bu dikdörtgenler küpü nasıl parçalara ayırmaktadır? Bu parçaların hacimlerini hesaplayınız.



3. Sağdaki eğik kare prizmanın zeminle yaptığı açı  $30^\circ$  dir.

$$|BC| = 10 \text{ cm}$$

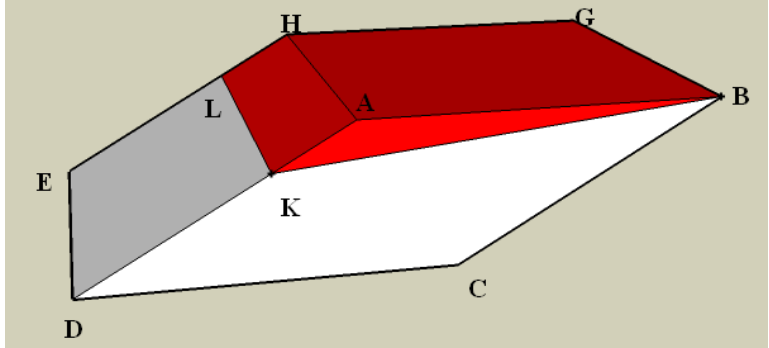
$$|AK| = 2 \text{ cm}$$

$$|AH| = 5 \text{ cm}$$

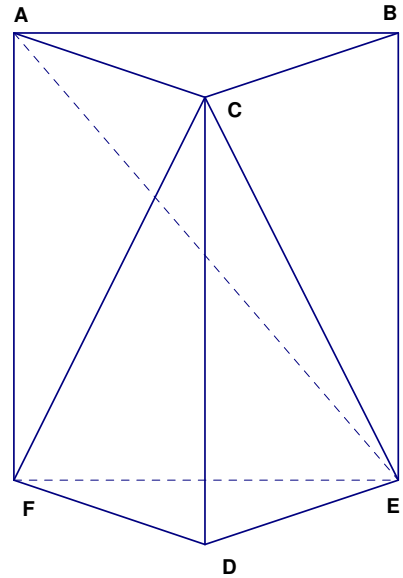
olup, koyu renkteki

parça bir üçgen dik prizma olduğuna göre altta kalan beyaz renkli parçanın

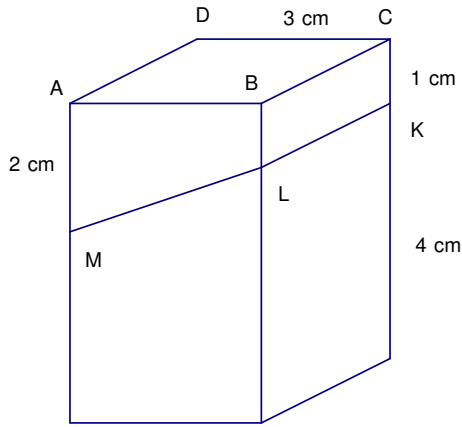
hacmi kaç  $\text{cm}^3$  tür?



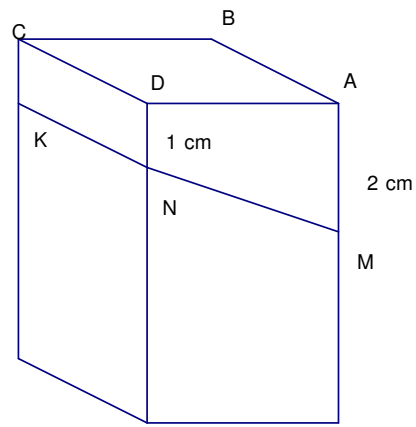
4. Sağdaki üçgen dik prizmanın içinden geçen ACE ve CFE üçgenleri prizmanın içinde üç adet piramit oluşturuyor. Bu piramitlerin hacimlerinin eşit olduğunu gösteriniz.



## ÇALIŞMA KÂĞIDI 2



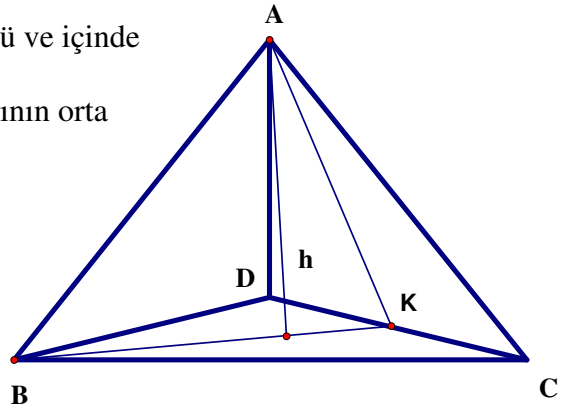
**Görünüm I**



**Görünüm II**

1. Yukarıda farklı iki görünümü verilmiş olan kare dik prizmayı belirtilen çizgilerden kesip iki parçaya ayırırsak büyük parçanın hacmi kaç  $\text{cm}^3$  olur? (  $LK \parallel BC$  ,  $KN \parallel CD$  )

2. Sağdaki şekilde bir ABCD düzgün dörtyüzlüsü ve içinde ABK üçgeni görünmektedir. K noktası CD kenarının orta noktası, h üçgenin yüksekliği ve  $|AB| = 20 \text{ cm}$  olduğuna göre ABK üçgeninin alanı kaç  $\text{cm}^2$  dir?



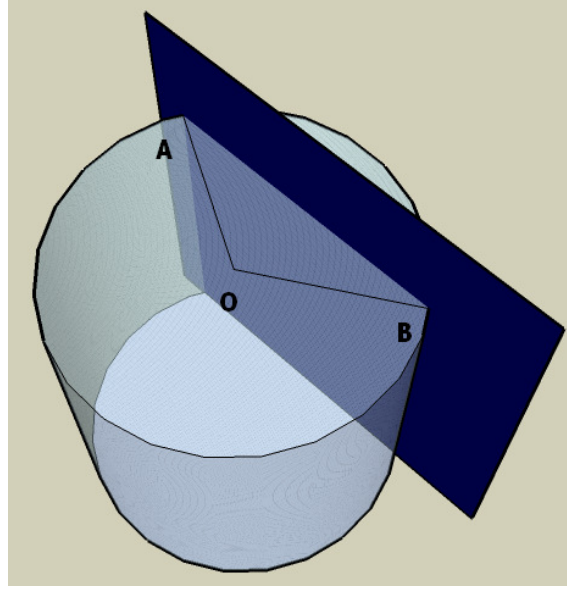
3. Sağdaki silindirin bir düzlem tarafından dik bir şekilde kesilerek iki parçaya ayrıldığını görüyoruz.

$$m(\text{AOB}) = 120^\circ,$$

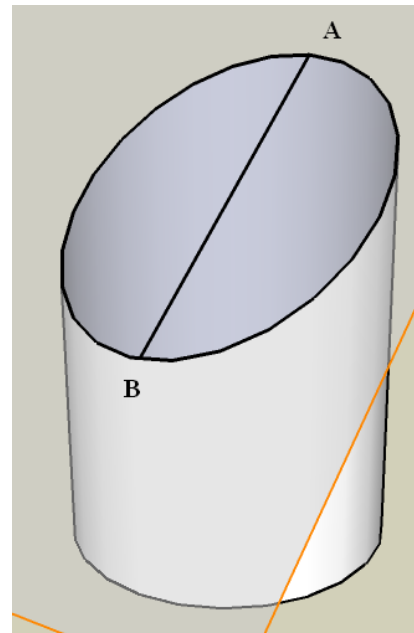
$$|\text{AO}| = 20 \text{ cm},$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

olduğuna göre ayrılan parçalardan küçük olanın hacmini ve ara kesit yüzeyinin alanını hesaplayınız.



4. Sağdaki dik silindir  $45^\circ$  lik eğimle bir düzlem tarafından kesilmektedir. Kesim sonucu oluşan elips yüzeyinin büyük yarıçapı  $|\text{AB}| = 12 \text{ cm}$  ve B noktasının zeminden yüksekliği 7 cm olduğuna göre şeklin hacmini bulunuz ( $\pi$  yi 3 alınız).





### ÇALIŞMA KÂĞIDI 3

1. Sağdaki iki farklı görünümde  
üçgen dik prizmanın içinden bir dik  
silindirin geçtiği görülmektedir.

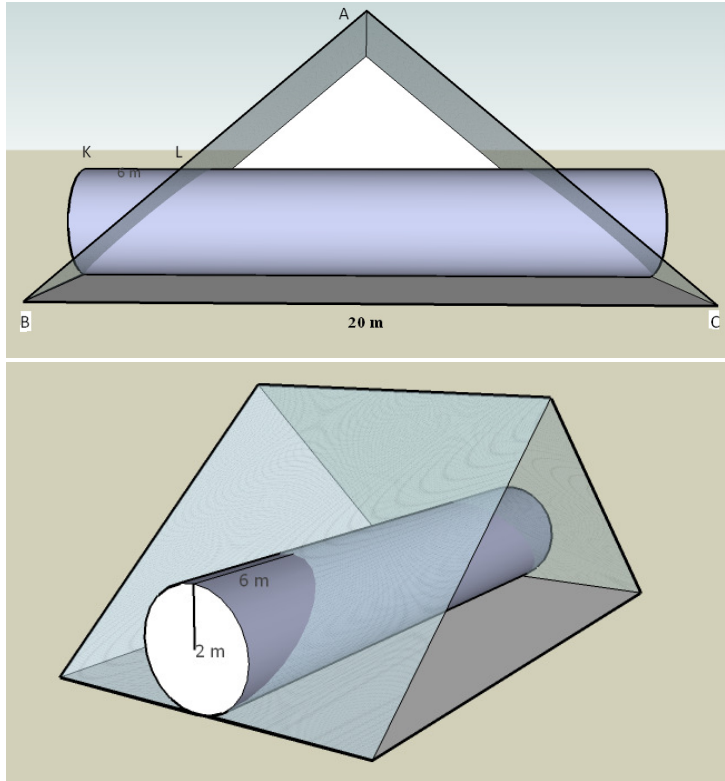
$|AB| = |AC|$ , silindirin taban  
yarıçapı 2m,

$|KL| = 6m$  ve  $|BC| = 20m$

olduğuna göre

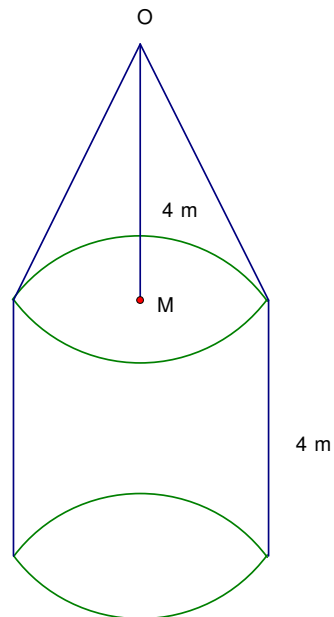
silindirin üçgen prizmanın içinde  
kalan bölgesinin hacmi kaç  $m^3$  tür?

$|AB| = ?$



2. Sağda bir dik silindir ile bir dik koninin  
birleştirilmesiyle oluşan şeklin hacmi  $144 m^3$  tür.

M noktası koninin tabanındaki dairenin merkez  
noktası olduğu bilindiğine göre koninin yanal  
yüzeyinin tepe açısını bulunuz ( $\pi$  yi 3 alınız).



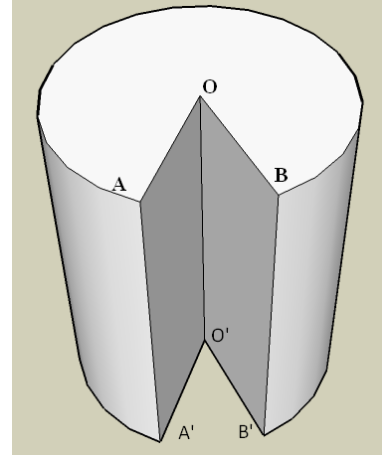
3. Sağda bir dilimi kesilip çıkartılmış bir dik silindir yer almaktadır.

$$|OB| = r \text{ (yarıçap)} = 3 \text{ cm}$$

$$m(\text{AOB}) = 45^\circ$$

$$|OO'| = h \text{ (yükseklik)} = 10 \text{ cm}$$

olduğuna göre bu cismin açılımını çiziniz.



4. B noktası taban yüzeyinin merkezine karşılık gelecek şekilde, sağdaki dik koniden bir dilim kesip çıkartılıyor. Oluşan şekille ilgili bilgiler:

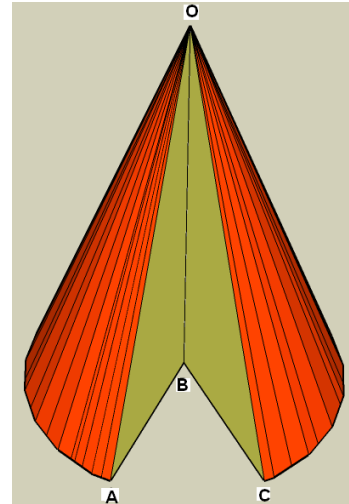
$$|AB| = 3 \text{ m},$$

$$|OB| = 3\sqrt{3} \text{ m},$$

$$m(\text{ABC}) = 60^\circ$$

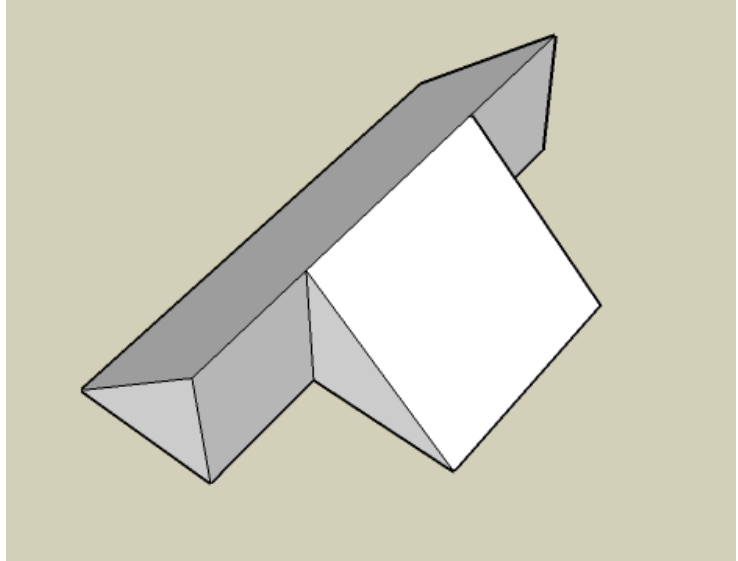
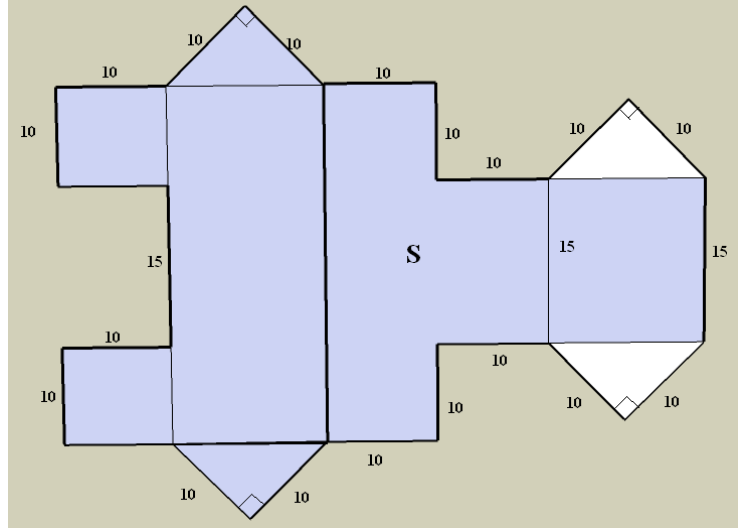
olduğuna göre şeklin yüzey alanını bulunuz.

( $\pi$  yi 3 alınız).



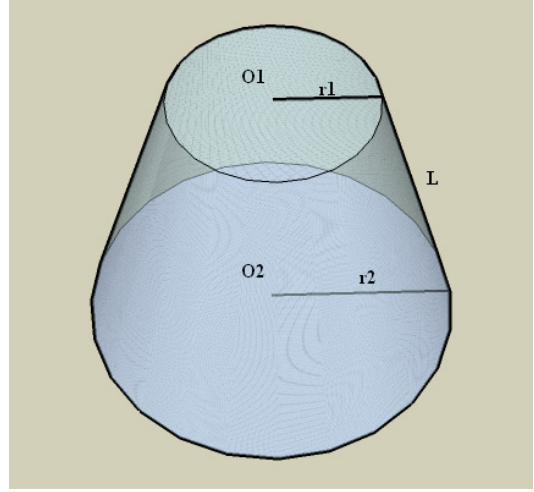
## ÇALIŞMA KÂĞIDI 4

1. Sağda açılımı verilen şekil kapandığı zaman alttaki şekli oluşturuyor. Oluşan şeklin ayrıt uzunluklarını üstüne yazarak hacmini hesaplayınız (birimi cm olarak düşününüz).



2. Bir koninin tepesinden 8 cm yüksekliğinde bir parça kesilip çıkartıldıktan sonra geriye kalan parça sağda görünmektedir. Bu parçanın taban yüzeyleri birbirine paralel, yüksekliği 16 cm ve  $r_1 = 7/3$  cm olduğuna göre ,

- Bu cismin açılımını çiziniz.
- Bu cismin yüzey alanını hesaplayınız.

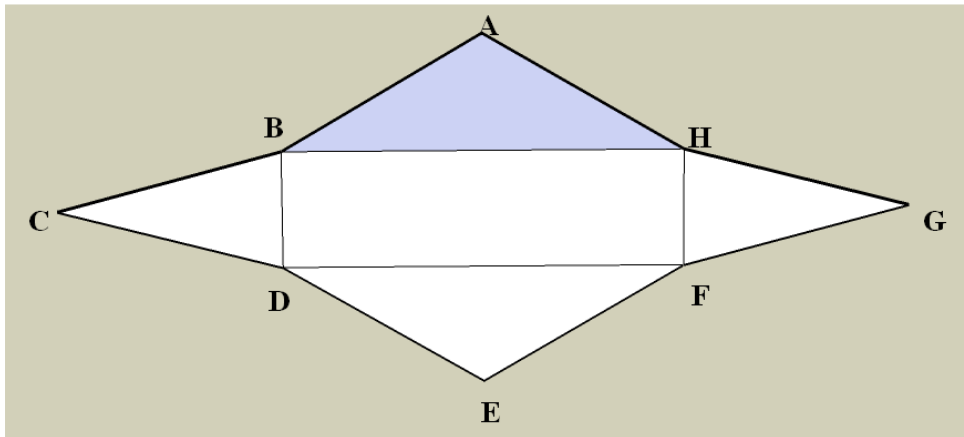


3. Aşağıda açılımı verilen şekilde BHFD bir dikdörtgen,

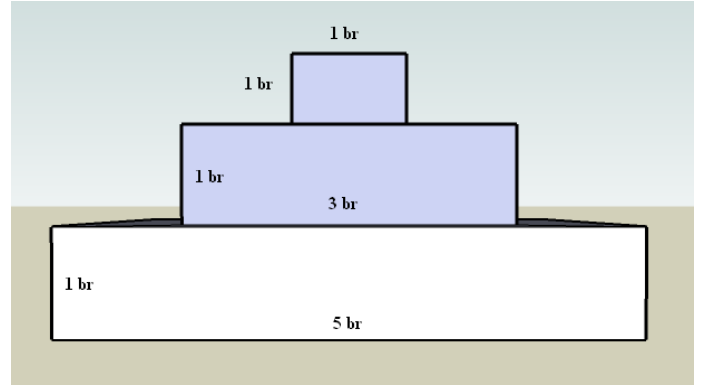
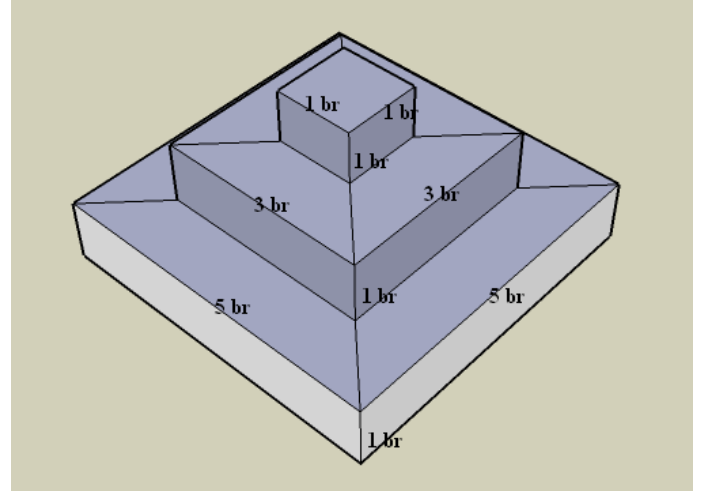
$$|AB| = |AH| = |HG| = |GF| = |FE| = |ED| = |DC| = |CB| = 13 \text{ cm} ;$$

$$|BD| = 8 \text{ cm};$$

$|BH| = 24 \text{ cm}$  ise şeklin kapalı halinin hacmini hesaplayınız.

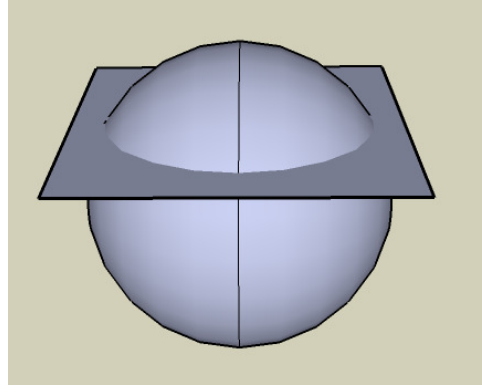


4. Sağda farklı görünüşleri verilmiş olan şeklin açılımını çiziniz ve yüzey alanını hesaplayınız.

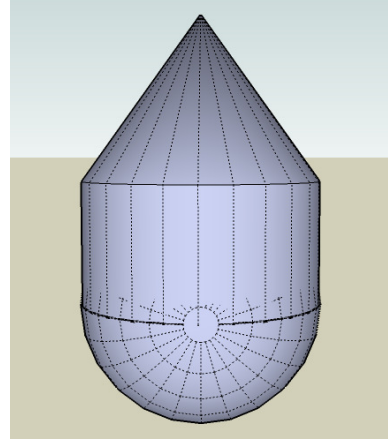


### ÇALIŞMA KÂĞIDI 5

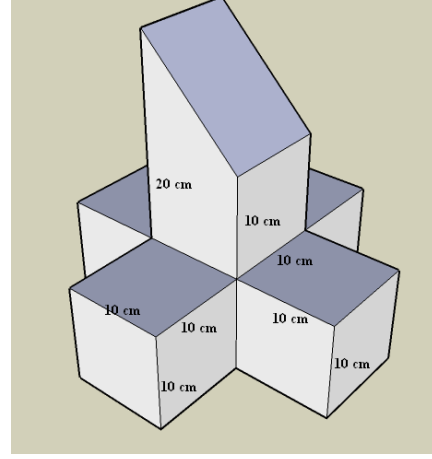
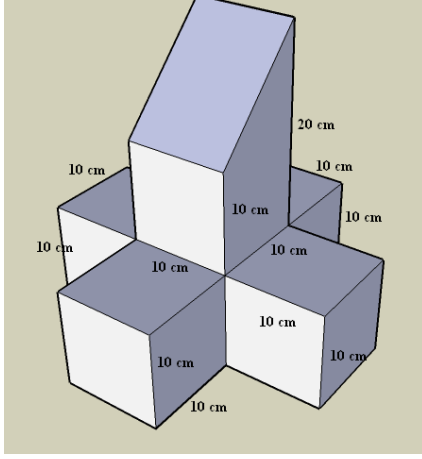
1. Sağdaki küre zeminden yüksekliği 18 cm olan yatay bir düzlemlle kesilmektedir. Kürenin yarıçapı 10 cm olduğuna göre kesim sonucu oluşan ara kesit yüzeyinin alanını bulunuz.



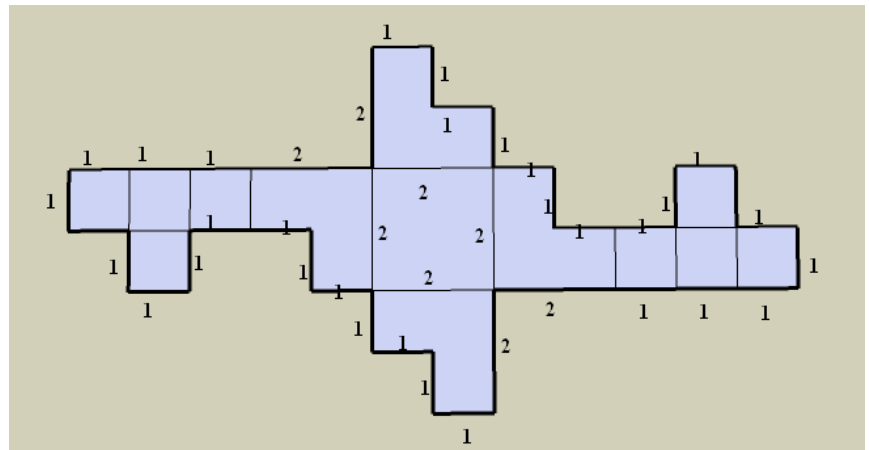
2. Sağdaki şeklin en alt kısmında yarım küre, ortasında silindir ve en üstünde de koni yer almakla birlikte üçünün de yükseklikleri eşittir. Tüm şeklin hacmi  $72 \pi \text{ cm}^3$  olduğuna göre şeklin yüzey alanı kaç  $\text{cm}^2$  dir?



3. Aşağıda iki farklı görünümü verilen şeklin açılımını çiziniz ve yüzey alanını hesaplayınız.



4. Sağda açılımı verilen şeklin hacmi kaç  $br^2$ 'dir?

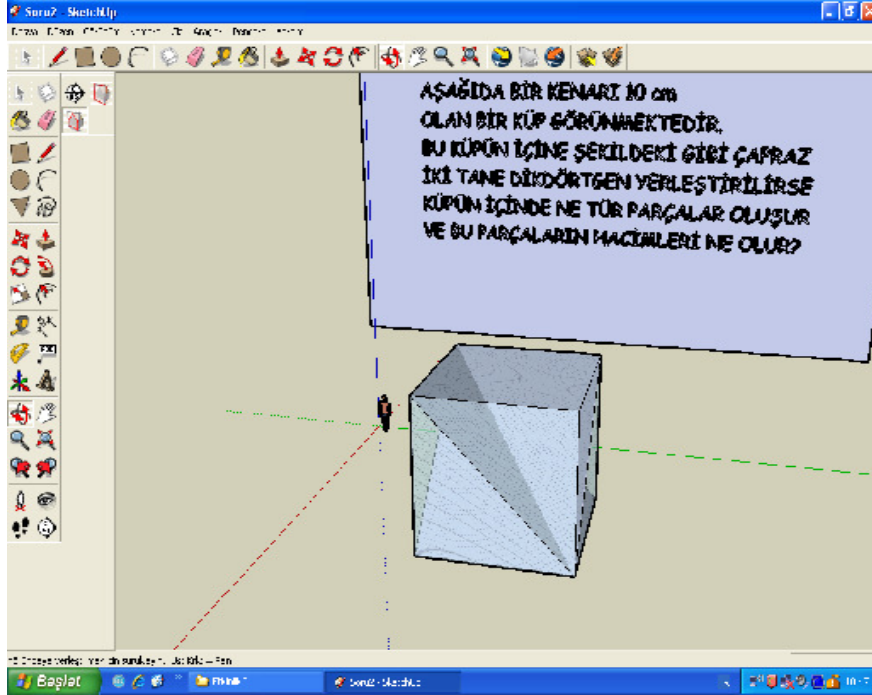


**EK.E**

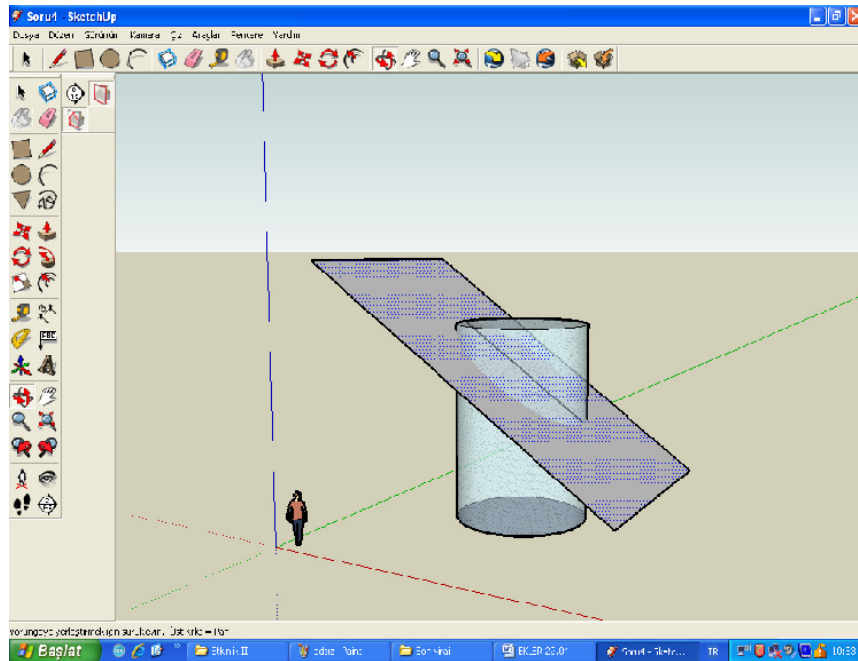
**ÇALIŞMA KÂĞITLARINDAKİ CİSİMLERİN GSU'DAKİ MODELLERİ**



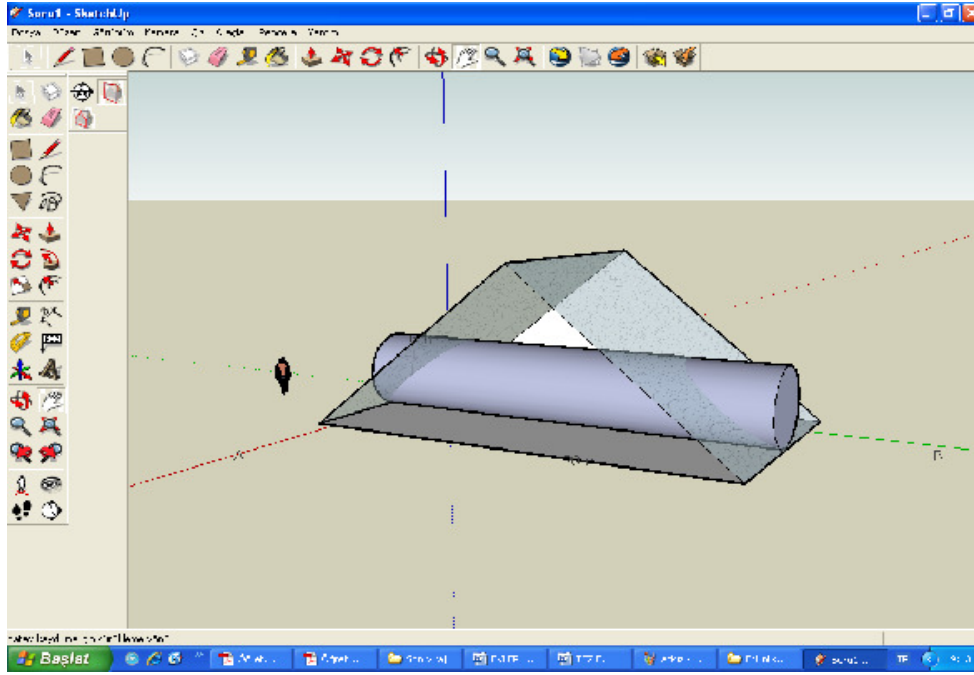
## 1. ÇALIŞMA KÂĞIDININ İKİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN GSU'DAKİ MODELİ



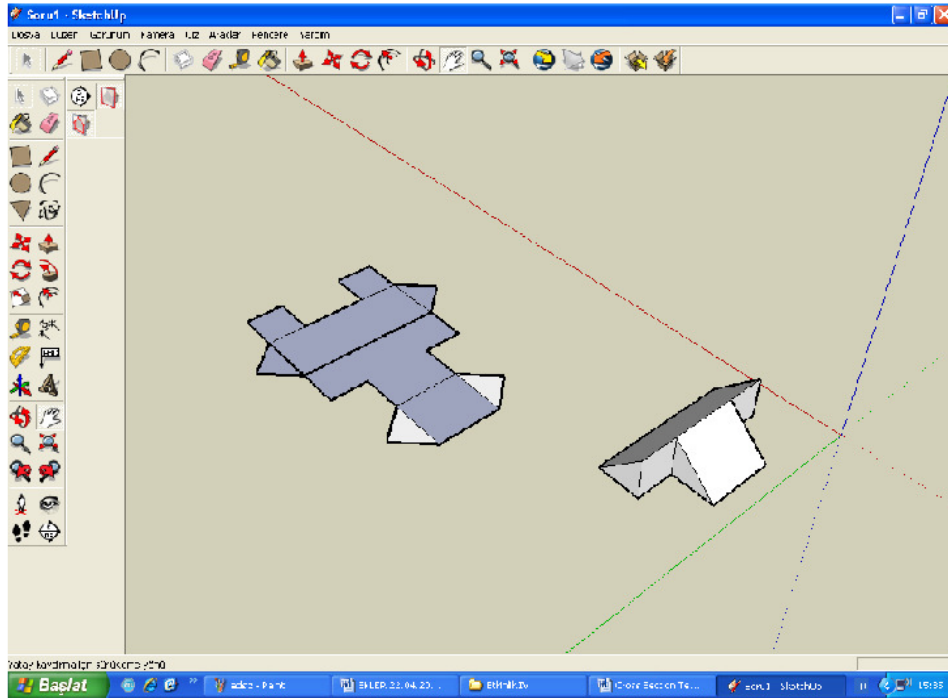
## 2. ÇALIŞMA KÂĞIDININ DÖRDÜNCÜ SORUSUNDAKİ CİSMİN GSU'DAKİ MODELİ

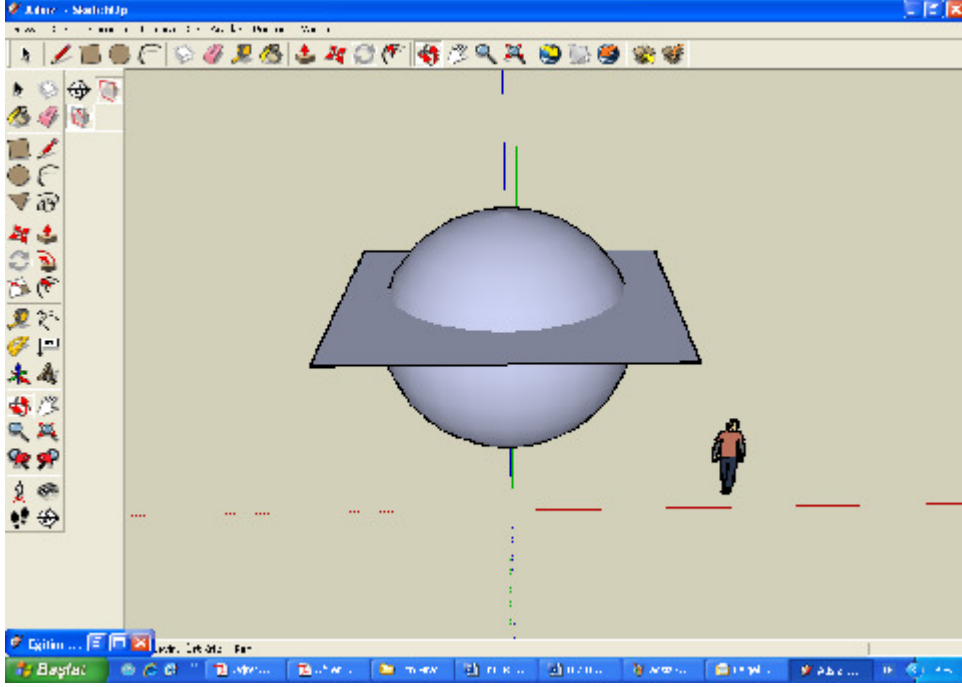


### 3. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN GSU'DAKİ MODELİ



### 4. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN GSU'DAKİ MODELİ



**5. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN GSU'DAKİ MODELİ**

**EK. F**

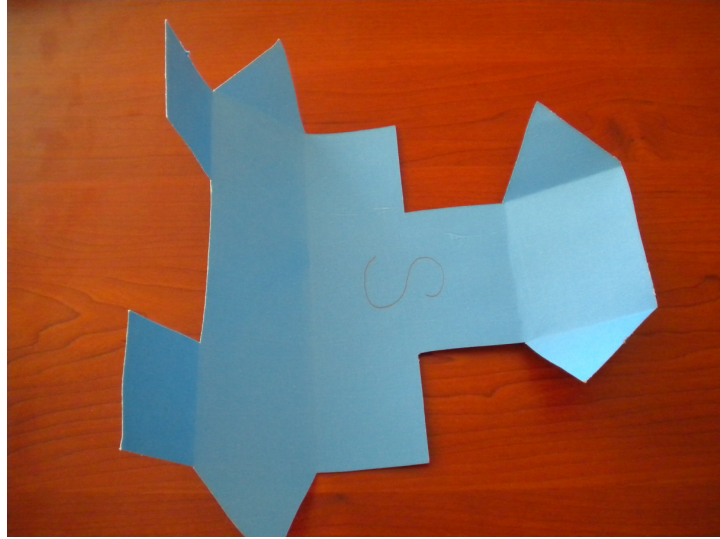
**ÇALIŞMA KÂĞITLARINDAKİ CİSİMLERİN SOMUT MODELLERİ**

**1. ÇALIŞMA KÂĞIDININ İKİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN SOMUT MODELİ****2. ÇALIŞMA KÂĞIDININ DÖRDÜNCÜ SORUSUNDAKİ CİSMİN SOMUT MODELİ**

**3. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN SOMUT MODELİ**



**4. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN SOMUT MODELİ**



**5. ÇALIŞMA KÂĞIDININ BİRİNCİ SORUSUNDAKİ CİSMİN SOMUT MODELİ**

**EK. G**

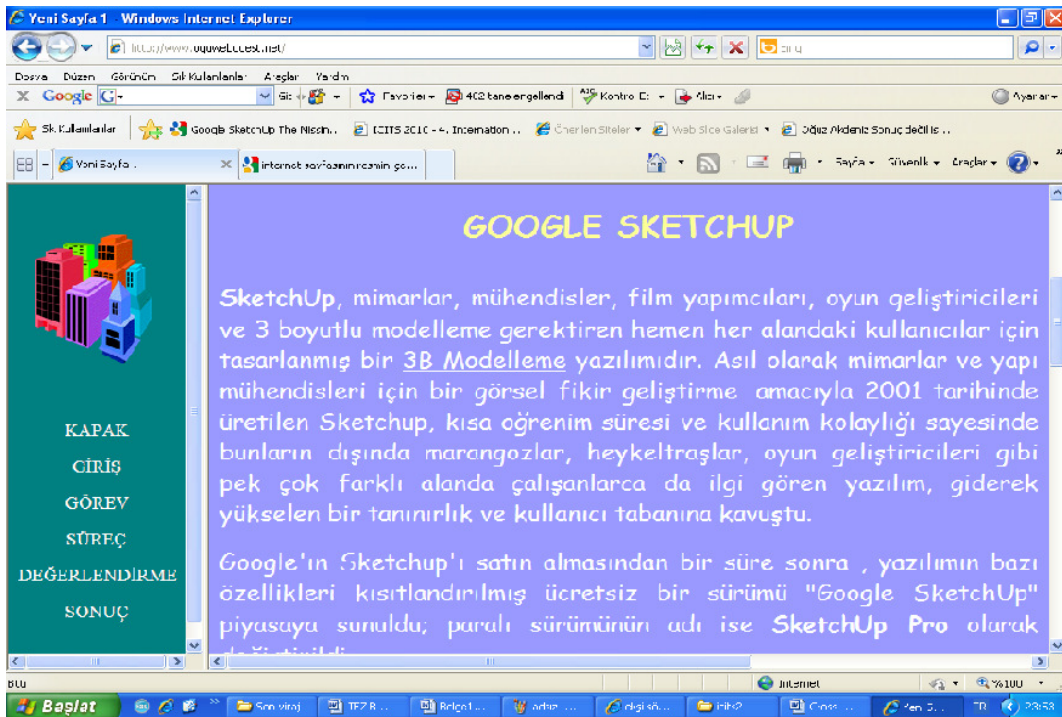
**PERFORMANS ÖDEVİNE İLİŞKİN HAZIRLANAN WEBQUEST'İN SAYFALARI**



## WEBQUEST'İN KAPAK SAYFASI



## WEBQUEST'İN GİRİŞ SAYFASI



## İSTENEN GÖREVLERE İLİŞKİN WEBQUEST SAYFASI

BU PROJE ETKİNLİĞİNDE YERİNE GETİRMENİZ GÖREVLER ŞUNLARDIR:

- \* 2080 yılı için zihninizde bir site canlandırın ve bu siteyi Sketchup yazılımında inşaa edin. Bu sitedeki yapılar günümüzden farklı olarak sıra dışı şekillere sahip olsunlar (Örnek; küre, silindır, koni, piramit, üçgen prizma vb.).  
Şekil I.
- \* İnşaa ettiğiniz sitedeki yapıların yükseklik, ayntı, yarıçap vb. uzunluklarını ölçerek yüzey alanı ve hacim ölçülerini hesaplayınız ve raporlaştırınız.
- \* Oluşturduğunuz sitenin kusbakisi planını oluşturarak raporunuza ekleyiniz.  
Şekil II.

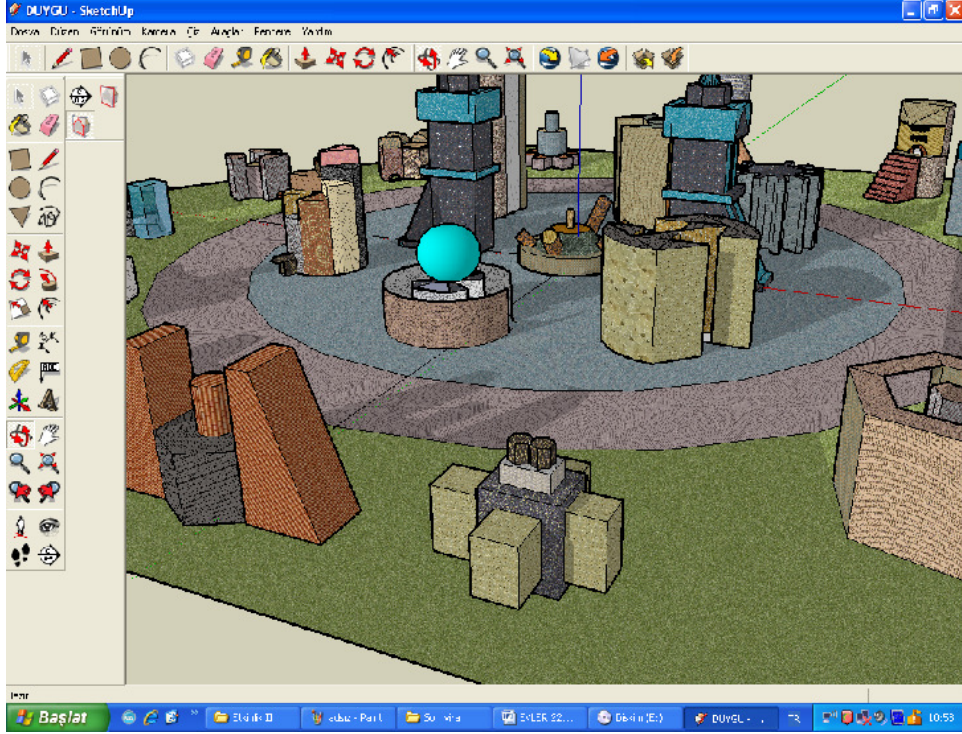
## İZLENECEK SÜRECE İLİŞKİN WEBQUEST SAYFASI

İZLENECEK SÜRECE İLİŞKİN WEBQUEST SAYFASI

- \* Tasarlayacağınız semtte alışveriş merkezi, okul, spor kompleksi, park, otel, banka, stadyum vb. yapılara yer verebilirsiniz.

**EK.H**

**PERFORMANS ÖDEVİ ÜRÜNLERİ**

**GSU KULLANAN DENEY GRUBUNA AİT ÖRNEK ÜRÜN****SM KULLANAN DENEY GRUBUNA AİT ÖRNEK ÜRÜN**

