



**1-4. SINIF DÜZEYLERİNE YÖNELİK
ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME
TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI
VE SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Doktora Tezi

Zeynep AKKURT DENİZLİ

Eskişehir, 2016

**1-4. SINIF DÜZEYLERİNE YÖNELİK ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK
DÜŞÜNME TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE
SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zeynep Akkurt DENİZLİ

DOKTORA TEZİ

Matematik Eğitimi Doktora Programı

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN

(İkinci danışman: Prof. Dr. Sinan OLKUN)

Eskişehir

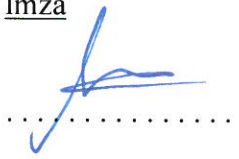
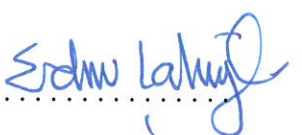



Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Eylül, 2016

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Zeynep AKKURT DENİZLİ'nin "1-4. Sınıf Düzeylerine Yönelik Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 21.09.2016 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Programında, Doktora tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	<u>Adı-Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç.Dr. Abdulkadir ERDOĞAN	
Üye	: Prof.Dr. Erdiñç ÇAKIROĞLU	
Üye	: Doç.Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN	
Üye	: Doç.Dr. Nilüfer KÖSE	
Üye	: Doç.Dr. Aytaç KURTULUŞ	



Prof.Dr. Esra CEYHAN
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Müdürü



*Annem Glsen Akkurt
ve Babam Sabahattin Akkurt'a...*

ÖZET

1-4. SINIF DÜZEYLERİNE YÖNELİK ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Zeynep AKKURT DENİZLİ

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eylül, 2016

Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN

(İkinci danışman: Prof. Dr. Sinan OLKUN)

Bu araştırmada, ilkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşüncelerini belirlemeye yönelik Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi geliştirmek ve bu test aracılığıyla öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşüncelerinin sınıf düzeyine göre nasıl değiştiğini incelemek amaçlanmıştır.

Araştırmada geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi, bir kâğıt-kalem testidir. Bu test, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin belirlenmesi ve her bir bileşeni ölçmeye yönelik soruların hazırlanması sonucunda geliştirilmiştir. Tarama modelinin kullanıldığı bu nicel araştırmanın çalışma grubunu, ilkokul öğrencileri oluşturmaktadır. Toplamda 520 ilkokul öğrenciye uygulanan Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinden alınan puanlar, sınıf düzeylerine göre karşılaştırılmış ve üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Araştırmanın bulguları, geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin, geçerli, güvenilir ve kullanışlı olduğunu göstermektedir. Araştırmada, diğer yandan, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinden aldıkları puanların anlamlı bir şekilde arttığı görülmüştür. Araştırmada ayrıca, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasında, pozitif ve orta düzeyde ilişkiler bulunmuştur.

Araştırma sonuçları, geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin, ilkokul öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşüncelerini belirlemek için etkili bir araç olduğunu göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin testten aldıkları puanların değişimi, sınıf düzeyinin, üç boyutta geometrik düşünme üzerinde etkili bir değişken olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Geometrik düşünme, Üç boyutta geometrik düşünme, Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi (3BGT), İlkokul 1-4. Sınıf

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT, APPLICATION AND EVALUATION OF A THREE DIMENSIONAL REASONING TEST FOR GRADES 1 TO 4

Zeynep AKKURT DENİZLİ

Department of Mathematic Education

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, September, 2016

Supervisor: Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN

(Co-Supervisor: Prof. Dr. Sinan OLKUN)

The purpose of this study was to develop a Three Dimensional Reasoning Test to determine elementary school 1st-4th grade students' state of three-dimensional thinking and to examine how the students' state of three-dimensional geometrical thinking varies depending on the grade level variable by using this test.

The Three Dimensional Reasoning Test developed in the current study is a standard pen and paper test. This test was developed by following the standard test development processes including the determination of the sub-components of geometrical thinking and development of items to measure each of these sub-components. The study group of this quantitative research employing survey model is comprised of 1st, 2nd, 3rd and 4th grade students. Thus, in the study conducted with a total of 520 elementary school students the scores taken from the the Three Dimensional Reasoning Test were compared across the grade levels and the relationships between the sub-components of three-dimensional geometrical thinking were analyzed.

The research findings show that the Three Dimensional Reasoning Test developed in the current study is valid, reliable and suitable. It was also found that with increasing grade level, the scores taken from the Three Dimensional Reasoning Test increased significantly. Moreover, positive and medium level correlations were found between the sub-components of three-dimensional geometrical thinking.

The research findings revealed that the Three Dimensional Reasoning Test developed in the current study is an effective tool to determine the elementary school students' state of three-dimensional geometrical thinking. The variation of the scores taken from the test according to grade level demonstrates that grade level is a variable influential on the three-dimensional geometrical thinking.

Keywords: Geometrical thinking, Three-dimensional geometrical thinking, Three Dimensional Reasoning Test, Elementary school 1st-4th graders

17.10.2016

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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


Zeynep Akkurt Denizli

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimin süresince 2211-Yurt İçi Doktora Burs Programı ile beni destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.



ÖNSÖZ

İlkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının incelendiği bu çalışmada, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri belirlenmiş ve bu kapsamda, öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşüncelerini belirlemeye ve geliştirmeye yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Doktora öğrenimin boyunca, tezimin tüm aşamalarında bana tüm içtenliğiyle destek olan, farklı bakış açılarıyla beni derin düşünmeye yönlendiren, her şeyden önce insana sevgi ve saygının önemini her daim hissettiren, kendisinden çok şey öğrendiğim, tez danışmanım, çok değerli hocam Doç. Dr. Abdulkadir Erdoğan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Düşüncelerime değer veren ve onları geliştirmemi sağlayan, beni geometri dünyasının farklı boyutlarıyla tanıştıran, desteğini her zaman hissettiğim, ikinci tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Sinan Olkun'a çok teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde yer alarak görüşlerini sunan ve tezimin gelişimine yardımcı olan değerli hocalarım, Doç. Dr. Emel Özdemir Erdoğan ve Doç. Dr. Aytaç Kurtuluş'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez jüri üyeliği davetimizi kabul ederek görüşleriyle çalışmama katkıda bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Erdinç Çakıroğlu ve Doç. Dr. Nilüfer Köse'ye teşekkür ederim.

Çalışma süresince birçok olumsuzlukla baş etmemi sağlayan, daima yanımda olan, bana yol gösteren çok değerli hocam Prof. Dr. Seniye Renan Sezer'e teşekkür ederim.

Doktora öğrenimin boyunca bana destek olan yol arkadaşlarım Arş. Gör. Deniz Eroğlu ve Arş. Gör. Ayça Akın'a ve oda arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Ebru Aylar'a çok teşekkür ederim.

Varlıklarını her daim hissettiren ve çalışmama büyük katkıları olan sevgili arkadaşlarım Dr. Bahadır Yıldız ve Dr. Hande Gülbağcı Dede'ye emeklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Tezimin tüm aşamalarında, yol gösterici olan, düşünceleriyle beni aydınlatan ve cesaretlendiren, kendilerinden çok şey öğrendiğim, sevgili hocalarım Yrd. Doç. Dr. Senar Alkın Şahin ve Yrd. Doç. Dr. Nihal Tunca'ya maddi ve manevi desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

En büyük değerim, sevgili ailem, yanımda olduğunuz için sonsuz teşekkürler...

Zeynep Akkurt Denizli

Eskişehir, 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1.GİRİŞ	1
1.1. Geometrik Düşünme	1
1.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme	2
1.2.1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Becerileri	5
1.2.2. Üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri	11
1.2.2.1. Üç boyutlu nesnelerin farklı temsillerini kullanma.....	11
1.2.2.2. Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme	13
1.2.2.3. Üç boyutlu nesnelere tanıma	14
1.2.2.4. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme ve üç boyutlu nesnelere karşılaştırma	15
1.2.2.5. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma	16
1.2.2.6. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapılar tanıma	17
1.2.2.7. Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama.....	19
1.3. Problem Durumu	22
1.4. Araştırmanın Amacı	28
1.5. Araştırmanın Önemi.....	29
1.6. Sayılılar	30
1.7. Sınırlılıklar.....	30

1.8. Tanımlar	30
2. YÖNTEM.....	31
2.1. Araştırmanın Modeli	31
2.2. Çalışma Grubu	31
2.2.1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin geliştirilmesi sürecindeki çalışma grubu	31
2.2.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin uygulanması sürecindeki çalışma grubu	33
2.3. Veri Toplama Aracı: Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi (3BGT).....	34
2.3.1. 3BGT'nin amacı.....	34
2.3.2. 3BGT'de temel alınan bileşenler ve bu bileşenlere yönelik hazırlanan sorular	34
2.3.3. 3BGT'nin uygulanması ve puanlanması	36
2.3.4. 3BGT'nin geçerlik ve güvenilirliği	37
2.3.4.1. 3BGT'nin geçerlik çalışması.....	37
2.3.4.2. 3BGT'nin güvenilirlik çalışması	38
2.4. 3BGT'nin Geliştirilmesi Süreci.....	39
2.4.1. Birinci uygulama.....	40
2.4.1.1. 3BGT'nin ilk taslak formunun geliştirilmesi.....	40
2.4.1.2. 3BGT'nin ilk taslak formunun uygulanması.....	44
2.4.1.3. Birinci uygulama sonucunda elde edilen verilerin güvenirlik madde analizleri için hazırlanması.....	45
2.4.2. İkinci uygulama.....	46
2.4.2.1. 3BGT'nin ikinci taslak formunun geliştirilmesi	46
2.4.2.2. 3BGT'nin ikinci taslak formunun uygulanması	48
2.4.2.3. İkinci uygulama sonucunda elde edilen verileri güvenirlik ve madde analizleri için hazırlanma süreci	49
2.5. 3BGT'nin Uygulanması.....	49
2.5.1. 3BGT'nin uygulanması	49
2.5.2. Araştırmanın uygulanması sonucunda elde edilen verilerin güvenirlik ve madde analizleri için hazırlanması	50

2.6. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Teknikler	51
2.6.1. Test geliştirme sürecinde elde edilen verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler	51
2.6.2. Testin uygulanmasından sonra elde edilen verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler	52
3. BULGULAR	53
3.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular	53
3.1.1. Birinci uygulama sonucunda elde edilen bulgular	53
3.1.1.1. Birinci uygulama sonrasında yapılan analizlerinin sonuçları	53
3.1.1.2. Birinci uygulama sonrasında testte yapılan değişiklikler.....	55
3.1.1.2.1. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorularda yapılan değişiklikler	55
3.1.1.2.2. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ile 0,30 arasında bulunan sorularda yapılan değişiklikler	58
3.1.1.2.3. Madde ayırt edicilikleri 0,30 ve üzerinde bulunan sorularda yapılan değişiklikler	59
3.1.2. İkinci uygulama sonucunda elde edilen bulgular	61
3.1.2.1. İkinci uygulama sonrasında yapılan analiz sonuçları	61
3.1.2.2. İkinci uygulama sonrasında testte yapılan değişiklikler	64
3.1.2.2.1. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorularda yapılan değişiklikler	64
3.1.2.2.2. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ile 0,30 arasında bulunan sorularda yapılan değişiklikler	65
3.1.2.2.3. Madde ayırt edicilikleri 0,30 ve üzerinde bulunan sorularda yapılan değişiklikler	66
3.1.3. 3BGT'nin uygulaması sırasında güvenilirlik ve madde analizlerine ilişkin elde edilen bulgular.....	67
3.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular	69
3.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular	78

3.4. Sorular Bazında Elde Edilen Bulgular	82
3.4.1. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme- karşılaştırma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular	82
3.4.2. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular	89
3.4.3. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular	93
3.4.4. Üç Boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular	95
4. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	97
4.1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin Nitelikleri ve Test Geliştirme Sürecine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	97
4.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Durumunun Sınıf Düzeyiyle İlişkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	99
4.3. Üç Boyuta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	102
4.4. Sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma	103
4.4.1. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma	103
4.4.2. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma	105
4.4.3. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma	106
4.4.4. Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma	106
4.5. Öneriler	107
4.5.1. Test geliştirme sürecine yönelik öneriler	107
4.5.2. Yapılacak araştırmalara yönelik öneriler	108
4.5.3. Uygulamaya yönelik öneriler	109

KAYNAKÇA.....	110
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	



TABLULAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri ve İlgili Görevler.....	2
Tablo 1.2. NCTM'nin, Gutierrez'in ve Türkiye'deki Matematik Öğretim Programının Belirlediği Üç Boyutta Geometrik Düşünme Becerilerinin Karşılaştırılması	10
Tablo 2.1. Birinci Uygulamada Çalışma Grubunun Sınıflara Göre Dağılımı	32
Tablo 2.2. İkinci Uygulamada Çalışma Grubunun Sınıflara Göre Dağılımı	32
Tablo 2.3. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin Uygulanması Sürecindeki Çalışma Grubunun Sınıf Düzeylerine Göre Dağılımı	33
Tablo 2.4. 3BGT'deki Soruların Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı	34
Tablo 2.5. 3BGT'den Alınabilecek En Yüksek Puanın Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı.....	37
Tablo 2.6. İlk Taslak Testteki Soruların Üç boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı	42
Tablo 2.7. İkinci Taslak Test Sorularının Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı	46
Tablo 3.1. İlk Uygulama Sonrasında Hesaplanan Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri.....	53
Tablo 3.2. İkinci Uygulama Sonrasında Hesaplanan Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri	62
Tablo 3.3. 3BGT'nin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri	68
Tablo 3.4. 1.-4. Sınıf Öğrencilerinin, 3BGT'den Aldıkları Puan Ortalamaları	70
Tablo 3.5. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin 3BGT'den Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması	72

Tablo 3.6. 1-4. Sınıf Öğrencilerinin, Üç Boyutlu Nesnelerin Özelliklerini Fark Etme Karşılaştırma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları.....	73
Tablo 3.7. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Özelliklerini Fark Etme-Karşılaştırma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması	73
Tablo 3.8. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları.....	74
Tablo 3.9. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesneleri Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması	74
Tablo 3.10. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin İki Boyut-Üç Boyut İlişisini Kurma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları.....	75
Tablo 3.11. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin İki Boyut-Üç Boyut İlişisini Kurma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması	75
Tablo 3.12. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Eş Nesnelere Oluşan Üç Boyutlu Yapıları Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları....	76
Tablo 3.13. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Eş Nesnelere Oluşan Üç Boyutlu Yapıları Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması.....	76
Tablo 3.14. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Alan ve Hacimleri Hesaplama Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları	77
Tablo 3.15. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Alan ve Hacimlerini Hesaplama Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması.....	78
Tablo 3.16. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Bileşenleri Arasındaki Korelasyon	79
Tablo 3.17. 3BGT'deki 7. Sorunun Alt Sorularına Verilen Doğru Yanıtların Karşılaştırılması	83
Tablo 3.18. 3BGT'deki 8. Sorunun Alt Sorularına Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	85

Tablo 3.19. 3BGT'deki 9. Sorunun Alt Sorularına Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	87
Tablo 3.20. 3BGT'deki 7a-10c, 8c-10a ve 9a-10c Sorulara Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	88
Tablo 3.21. 3BGT'deki 12. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	90
Tablo 3.22. 3BGT'deki 17. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	92
Tablo 3.23. 3BGT'deki 14. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması	94
Tablo 3.24. 3BGT'deki 13. Soruya Verilen Doğru Yanıtların Karşılaştırılması	95



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Üç Boyutta Geometrisinin Bileşenleri.....	3
Şekil 1.2a. Uzamsal Görselleştirme Testlerinde Kullanılan Bir Soru Örneği.....	4
Şekil 1.2b. Uzamsal İlişkiler Testlerinde Kullanılan Bir Soru Örneği	5
Şekil 1.3. İki ve Üç Boyutlu Geometrik Nesnelerin Farklı Düzeylerdeki Temsilleri.....	12
Şekil 1.4. İki ve Üç Boyutlu Nesne Çizimlerine Örnekler.....	15
Şekil 1.5. Üç Boyutlu Bir Yapının İki Boyutlu Açınımı	16
Şekil 1.6. Eş Küplerden Oluşan Bir Prizma	18
Şekil 1.7. Eş Küplerden Oluşan Bir Yapının Farklı Yönlerden Görünümü.....	18
Şekil 1.8. Alan ve Hacim Ölçülmesine Örnek.....	19
Şekil 1.9. Eş Küplerden Oluşan Yapılardaki Küp Sayısını Bulma.....	21
Şekil 3.1. 1-4. Sınıf Düzeylerindeki Öğrencilerin 3BGT'den Aldıkları Puanların Karşılaştırılması	71
Şekil 3.2. Farklı Sınıf Düzeylerindeki Öğrencilerin Üç Boyutta Geometrik Düşünme Bileşenlerine İlişkin Puanlarının Karşılaştırılması.....	80
Şekil 3.3. 3BGT'deki 7. Soru.....	82
Şekil 3.4. 3BGT'deki 8. Soru.....	84
Şekil 3.5. 3BGT'deki 9. Soru.....	86
Şekil 3.6. 3BGT'deki 7a, 8c, 9a ve 10. Sorularda Kullanılan Çizimler.....	88
Şekil 3.7. 3BGT'deki 12. Soru.....	89
Şekil 3.8. 3BGT'deki 12. soruya Verilen Dört Farklı Yanıt	91

Şekil 3.9. 3BGT'deki 17. Soru.....	92
Şekil 3.10. 3BGT'deki 14. Soru	93
Şekil 3.11. 3BGT'deki 13. Soru	95
Şekil 4.1. İlk Taslak Test ve Testin Son Halinde Aynı Soru için Kullanılan Üçgen Prizma Çizimleri.....	98
Şekil 4.2. Testteki, Yüz Sayılarının Belirtilmesinin İstendiği İki Soru	103
Şekil 4.3. Testteki, Yüz Sayılarının Belirtilmesinin İstendiği İki Soru	104
Şekil 4.4. Silindiri Oluşturan Parçalarının Belirlenmesinin İstendiği Sorudaki Seçeneklerden Biri	105

KISALTMALAR DİZİNİ

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM : National Council of Teachers of Mathematics

3BGT : Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi



1. GİRİŞ

Bu bölümde; araştırmanın kuramsal temeline, problem durumuna, amacına, önemine, sayılıları ve sınırlılıkları ile tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Geometrik Düşünme

Bireylere matematik dünyasının farklı bir görünümünü sunan, şekiller, dönüşümler, farklı yapılar ve konularıyla ilgilenen, sayılarla ilişkili; ancak ondan farklı bir yapısı olan geometri, matematiğin önemli bir alt dalıdır. İlişki kurmayı, muhakeme ve ispat yapmayı gerektiren geometri, matematik dünyası dışında, bilim, sanat ve sosyal bilgiler alanlarına da ışık tutmakta [National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000], dış dünyanın anlamlandırılmasına yardımcı olmaktadır (Köse, Tanışlı, Erdoğan ve Ada, 2012). Geometrik düşüncelerin, matematiğin diğer alt alanlarındaki ve günlük yaşamdaki sorunların temsil edilmesi ve çözülmesindeki etkisi, geometrinin diğer alanlara ilişkisini kaçınılmaz kılmaktadır. Örneğin; geometrik temsillerin, alan, fonksiyonlar ve grafikler gibi konular için önemli bilgi kaynakları olması, geometri-cebir ilişkisinin bir kanıtı iken harita kullanımı, bir binanın planının anlaşılması gibi uzamsal ilişkileri gerektiren beceriler, geometrinin günlük yaşamla ilişkisini ortaya koymaktadır (NCTM, 2000).

Geometrik düşünme; geometrik nesnelerin tanımlanmasını, anlaşılması ve sınıflandırılması, geometrik ilişkilerin anlaşılmasını, yeni argümanların geliştirilmesini, akıl yürütmeyi, ispatı, görselleştirmeyi ve çizim yapmayı gerektirmekte, matematiksel gelişim için zengin bir ortam sunmaktadır (NCTM, 2000). Geometrik düşünmenin getirdiği beceriler, geometrinin, ilk yıllardan itibaren öğrencilerin matematik öğretim programlarında yer almasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Geometri, uzun zamandan beri okullardaki matematik öğretim programlarında yer almaktadır. İlkokul matematik programlarında, dünyanın hemen her yerinde gelişimin yaşa bağlı olduğunu savunan Piaget'nin kuramının etkili olduğu bilinmektedir (Bishop, 2008). Gelişimsel psikologların aksine, özellikle ortaokuldan itibaren, matematik eğitimcilerinin, genellikle, belirli bir sınıfta ve yaşta olan tüm öğrencilerin formal olarak öğrenmeye hazır olduklarını düşünmeleri ise bu iki grup arasındaki farklılığı ortaya koymaktadır. Bir grup doğal gelişimle ilgilenirken diğeri, tamamen öğrencinin rolüne bağlı formal gelişimle ilgilenmektedir (Bishop, 2008). Geometri öğreniminin genellikle yaştan bağımsız belirli aşamalarla gerçekleştiğini savunan van Hiele'in çalışması, çocuklardaki geometrik düşünmenin gelişimi konusunda önemli bir adım olarak düşünülebilir. van Hiele'in, geometrik düşünmenin yaştan bağımsız, hiyerarşik aşamalarla gerçekleştiğini savunması, bir çocuğun, yaş olarak kendisinden büyük bir çocuktan daha üst düzeyde

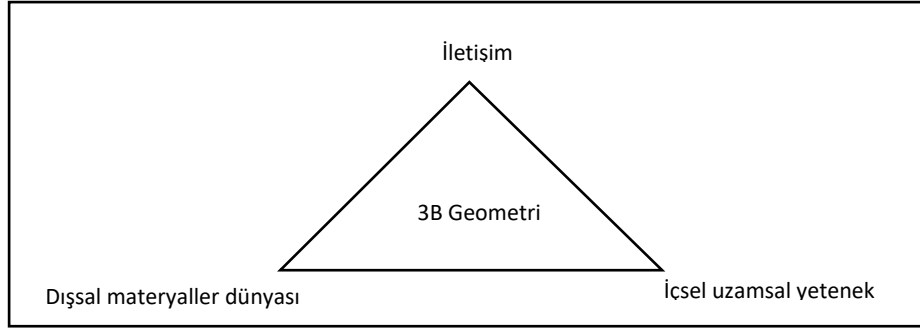
geometrik düşünmeye sahip olabileceği düşüncesini beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, van Hiele (1999), geometri öğretiminin başlayacağı düzeyin tamamen öğrencinin bulunduğu düzeye bağlı olduğunu savunmuş; hiç yapılmayan bir geometri öğretiminin, yanlış zamanda yapılan geometri öğretimden daha iyi olduğunu belirterek hazırbulunmuşluğun, dolayısıyla bireysel farklılıkların önemine değinmiştir. Bu açıdan Piaget'yi desteklediğini belirtse de van Hiele, geometrik düşünmenin gelişiminin, yaş ve biyolojik gelişimden çok, öğretim deneyimlerine bağlı olduğunu, bu deneyimlerinin geometrik düşünmeyi geliştirebileceği gibi engelleyebileceğini de vurgulamıştır (van Hiele, 1999).

Gelişimsel psikologların, özellikle küçük yaşlardaki öğrencilerin matematik eğitimleri üzerindeki etkisinin yanında, van Hiele'nin teorisi ve bunu destekleyen araştırmaların varlığı, ilkökul öğrencileri için geometri öğretiminin önemini ortaya koymakta, bu öğretimin nasıl gerçekleşmesi gerektiğinin sorgulanmasına neden olmaktadır. Etkili bir geometri öğretimi içinse öncelikle, öğrencilerin geometriyi nasıl algıladıklarının ve geometri öğrenmelerinin nasıl gerçekleştiğinin incelenmesi gerekmektedir. Bu durum, "Geometrik nesnelere, gerçekte çocuklar tarafından nasıl algılanmaktadır?" ve ardından "Çocukların geometrik düşünme durumları nasıl belirlenebilir?" sorularını beraberinde getirmektedir. Bu soruların yanıtının, öğrencilerin geometrik düşünme durumları ve dolayısıyla matematik öğretim programlarında yer verilen geometri konularının nasıl ele alınması gerektiği konusunda önemli bilgiler vereceği kaçınılmazdır.

Geometrik düşünmenin boyutlarından olan üç boyutta geometrik düşünme, bu anlamda ele alınması gereken konulardan biri olarak görülmektedir. Okullardaki matematik öğretim programlarında genellikle çok fazla önemsinmeyen; ancak önemli zihinsel işlemler gerektiren üç boyutta geometrik düşünme, ilkökul 1. sınıftan itibaren matematik öğretim programında yer almaktadır. Bu nedenle, ilkökul öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının belirlenmesinin bu konuda yapılacak öğretim için önemli olduğu düşünülmektedir.

1.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme

Yeh ve Nason (2004), üç boyut geometrisinin; dışsal materyaller dünyası, içsel uzamsal yetenek ve iletişim olmak üzere üç bileşenin olduğunu belirtmişler, üç boyutta geometrinin bileşenlerini Şekil 1.1.'deki gibi ilişkilendirmişlerdir.



Şekil 1.1. Üç Boyutta Geometrisinin Bileşenleri

Kaynak: Yeh ve Nason, 2004

Dışsal materyaller dünyası, bütün geometrik nesnelere (ağaç, deniz kabuğu gibi doğal nesnelere ile üçgen, küp gibi ideal nesnelere) ve onların hareketlerini (ağacın, yaprakların büyümesi, küpün döndürülmesi vb), özelliklerini (açı, kenar vb) içermektedir. İçsel uzamsal yetenek, bireyin dışsal materyaller dünyasını algılama ve bilme kapasitesini içermektedir. Dışsal nesnelere içsel uzamsal yetenek ile algılanması ise üçüncü bileşen olan iletişim (sinyal sistemleri) aracılığıyla gerçekleşmektedir. İletişim, konuşma ve yazı dili, matematiksel simgeler, resimler, diyagramlar ve geometrik nesnelere aracılığıyla gerçekleşmektedir (Yeh ve Nason, 2004). Bu bakış açısıyla, üç boyutta geometrik düşünmenin, bireyin iletişim yoluyla uzamsal yeteneğini kullanarak geometrik nesnelere algılaması ve anlamlandırması prensibi üzerine kurulduğu söylenebilir.

Smith (1964), uzamsal yeteneğin, matematik için anahtar yetenek olduğunu savunmaktadır (aktaran Bishop, 2008, s.71). Üç boyutta düşünmenin önemli bir bileşeni kabul edilen *uzamsal yeteneği* (spatial ability), Olkun (2003a), uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili beceriler olarak tanımlamıştır. Uzamsal yeteneği, ilkökul öğrencileri için hiyerarşik iki düzeyle açıklayan Guay ve McDaniel (1977), ilk düzeyde, öğrencilerin, iki boyutlu nesnelere görselleştirebildiklerini; ancak nesnelere zihinsel dönüşümlerini yapamadıklarını, ikinci düzeyde ise üç boyutlu nesnelere görselleştirebildiklerini ve bu nesnelere zihinsel dönüşümlerini yapabildiklerini belirtmişlerdir.

Uzamsal yeteneğin; uzamsal ilişkiler (spatial relations) ve uzamsal görselleştirme (spatial visualization) olmak üzere iki alt bileşeni bulunmaktadır (Pellegrino, Alderton ve Shute, 1983; Olkun, 2003a). Bu iki alt bileşenin tanımları ve ilgili görevler Şekil Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri ve İlgili Görevler

Uzamsal yeteneğin bileşenleri	Tanım	Tipik görevler
Uzamsal ilişkiler	İki ve Üç boyutlu geometrik formları bir bütün olarak zihinde evirip çevirebilme	<ul style="list-style-type: none">İki ve üç boyutlu nesnelere zihinde döndürmeKüp karşılaştırma
Uzamsal görselleştirme	İki ve Üç boyutlu nesnelere üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi sonucu oluşacak yeni durumları zihinde canlandırılabilme	<ul style="list-style-type: none">Kâğıt katlamaYüzey tamamlamaİki boyuttan üç boyuta dönüşüm yapma

Kaynak: *Olkun, 2003a*

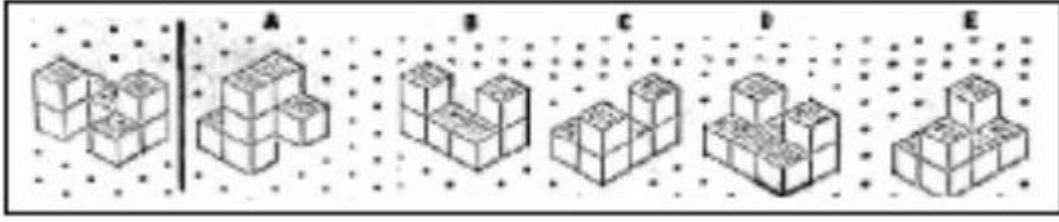
Uzamsal ilişkiler; geometrik nesnelere zihinde canlandırılmasını, döndürülmesini, farklı konumlarının anlaşılmasını; uzamsal görselleştirme ise geometrik nesnelere, parçalarının uzayda hareket ettirilmesi sonucu uğradığı değişikliğin zihinde canlandırılmasını gerektirmektedir (Olkun, 2003a). Üç boyut geometri öğretimi ve öğrenimi sırasında, kullanılması kaçınılmaz olan uzamsal görselleştirme (Gutierrez,1992) ve uzamsal ilişkiler, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünmelerinde etkili olan en temel zihinsel aktivitelerden ikisidir. Dolayısıyla, üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili beceriler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkilerle ilgili becerileri de içermektedir.

Uzamsal görselleştirme testlerinde genellikle bir geometrik nesnenin katlanması (Şekil 1.2a), açılması, kaplanması, boyanması sonucu oluşan görüntüsünün zihinde canlandırılması, üç boyuttan iki boyuta dönüştürme gibi görevler yer alırken uzamsal ilişkiler testlerinde, genellikle, geometrik nesnelere döndürülmüş (Şekil 1.2b), çevrilmiş hallerinin zihinde canlandırılmasını gerektiren görevler bulunmaktadır.



Şekil 1.2a. Uzamsal Görselleştirme Testlerinde Kullanılan Bir Soru Örneği

Kaynak: *Olkun, 2003a*



Şekil 1.2.b. Uzamsal İlişkiler Testlerinde Kullanılan Bir Soru Örneği

Kaynak: *Olkun, 2003a*

Şekil 1.2a'daki soru, çizginin sol tarafında bulunan şeklin katlanması sonucunda oluşacak nesnenin belirtilmesini; Şekil 1.2b'deki soru, çizginin solundaki nesnenin döndürülmüş hali olan nesnenin bulunmasını gerektirmektedir. Uzamsal ilişkilerle ilgili görevler genellikle birbirleriyle ilintili ve basitken uzamsal görselleştirme ile ilgili olanlar birbirleriyle ilintili ve karmaşıktır (Olkun, 2003a).

Bishop (2008), uzamsal yetenekle ilişkilendirilebilecek iki önemli bileşenden bahsetmektedir: şekil bilgisi (figural information) ve görsel işlem (visual processing). Şekil bilgisi; şekillerin farklı temsillerini anlamak ve bu şekilleri yorumlamak için kullanılırken görsel işlem; görsel temsillerin kullanımı ve transferi, soyut ilişkilerin görselleştirilmesi, farklı temsillerinin oluşturulması ve bir temsilin diğerine transfer edilmesi eylemlerini içermektedir. Temsil ve görselleştirmenin matematiği anlamak için en temel bileşenler olduğunu savunan Duval (1999), temsilin, nesnelerin hatırlanması ve tanımlanması için kullanıldığını, görselleştirmenin ise nesnelerin ve onların hareketlerinin sezilmesine dayalı bir beceri olduğunu vurgulamıştır. Örneğin; üç boyutlu nesnelerin zihinden döndürülebilmesi gibi eylemler görselleştirme ile mümkündür (Duval, 1999).

Bu görüşler; uzamsal yeteneğin yanında, üç boyut geometrisinin anlaşılması için üç boyutlu geometrik nesnelerin (dışsal materyaller dünyasının) tanınmasının ve özelliklerinin fark edilmesinin önemini ortaya koymakta, Yeh ve Nason'un üç boyut geometrisine ilişkin oluşturdukları şemalarıyla uyumluluk göstermektedir. Dolayısıyla üç boyutta geometrik düşünmenin, geniş bir yelpazesinin olduğu, üç boyutlu nesnelerin; özelliklerinin, farklı temsillerinin anlaşılması, zihinde canlandırılması, hareket ettirilmesi gibi önemli beceriler gerektirdiği söylenebilir.

1.2.1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Becerileri

van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri, geometrik düşünmenin aşamalarıyla ilgili oldukça önemli bilgiler vermiş ve geometri eğitimi alanında yapılan birçok araştırma için önemli bir bilgi kaynağı olmuştur. van Hiele'nin çalışmasının, geometrinin, üç boyut geometrisi gibi diğer alanlarını aydınlatmada yetersiz kaldığını düşünen Gutierrez

(1992), van Hiele geometrik düşünme düzeyleriyle üç boyutta geometrik düşünmenin ilişkisini incelemiş, bu çerçevede üç boyutta geometrik düşünme düzeylerini ve her bir düzeyde öğrencilerden beklenen becerileri belirlemiştir. Düzey 1'de, öğrencilerin, üç boyutlu nesnelerin genel özelliklerini (köşe, ayrıt ve yüz) dikkate alarak üç boyutlu nesnelere karşılaştırabilmeleri beklenmektedir. Bu dönemde öğrencilerin, nesnelerin; açı büyüklüğü, ayrıt uzunluğu, paralellik gibi özellikleri hakkındaki fikirleri görsel düzeydedir. Öğrenciler, göremedikleri nesnelere ya da nesne hareketlerini görselleştiremezler, ancak üç boyutlu nesnenin hareketi (fiziksel ya da bilgisayar ekranındaki) hakkında tahminde bulunabilirler. Düzey 2'de, üç boyutlu geometrik nesnelerin karşılaştırılması; açı büyüklüğü, ayrıt uzunluğu, paralellik gibi özellikler de dikkate alınarak yapılabilmektedir. Öğrenciler, geometrik nesnelere gözlemleyerek ya da isimlerinden yola çıkarak onların bu özelliklerini fark edebilirler. Nesnelerin basit hareketlerinin yorumlanabildiği bu dönemde, öğrenciler, tahminden bir adım öteye giderek nesnelerin ilk ve son pozisyonları hakkında bilgi verebilirler (Gutierrez,1992).

Öğrencilerin, iki tane üç boyutlu nesnenin eş olup olmadıklarını fiziksel ya da zihinsel eylemler sonucunda matematiksel analizler yaparak bulabilmeleri, onların Düzey 3'te olduklarını göstermektedir. Bu düzeyde, öğrenciler, üç boyutlu nesnelerin, var olan temsillerinden gözlenebilen ya da gözlenemeyip matematiksel gerçeklerle açıklanabilen özellikleri hakkında yorum yapabilir, nesnelerin görünmeyen hareketlerini görselleştirebilir, nesnelerin hareketi sonrasında ilk ve son pozisyonlarındaki köşe, yüz ve ayrıtları eşleştirebilirler. Düzey 4'te ise öğrenciler, nesnelere görmeden ya da kullanmadan, bilinen tanımlarından yola çıkarak analiz edebilirler. Görselleştirmenin en yüksek düzeyde olduğu bu dönemde, öğrenciler, üç boyutlu nesnelerin hareketini, onların yapılarına ve özelliklerine dayanarak planlayabilirler. Gutierrez'in belirlediği her bir düzey, kendisinden bir önceki düzeyden daha fazla zihinsel işlem, uzamsal görselleştirme gerektirmekte, düzey arttıkça öğrenciler, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini ve hareketlerini daha detaylı yorumlayabilmektedirler.

Geometrik düşünme için uzamsal görselleştirmenin, iki-üç boyutlu nesnelerin temsillerinin inşası ve kullanımının, bir nesnenin farklı yönlerden görünüşlerinin algılanmasının önemini vurgulayan NCTM (2000), öğrencilerden beklenen üç boyutta geometri ile ilgili becerileri sınıf düzeylerine göre -okul öncesinden 12. sınıfa kadar- ele almıştır. Bu standartlar incelendiğinde, okul öncesinden 5. sınıf düzeyine kadar olan üç boyutta geometrik düşünme becerilerinin aşağıdaki gibi sınıflandırıldığı görülmektedir:

Okul öncesi - 2. sınıf düzeyi: Bu dönemde öğrenciler, üç boyutlu nesnelere; fark etme, adlandırma, inşa etme, çizme, karşılaştırma; üç boyutlu nesnelerin özelliklerini ve onları oluşturan parçaları açıklayabilme; üç boyutlu nesnelerin bir araya getirilmesi ve

ayrılması sonucu oluşan durumları araştırma ve tahmin etme becerilerine sahip olmalıdırlar. Ayrıca, uzaydaki ilişkili durumları tanımlama, yön ve uzaklık hakkında yorum yapabilmek, “yanında” gibi basit sözcükleri kullanarak nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme, döndürme-çevirme-kaydırma gibi hareketleri fark etme, simetrik şekilleri fark etme ve oluşturma; uzamsal görselleştirme ile nesneleri zihinde canlandırma, nesneleri farklı perspektiflerden fark etme ve temsil etme, geometri ile sayılar ve ölçmeyi ilişkilendirme, bu düzeyde öğrencilerden beklenen önemli becerilerdir (NCTM,2000).

3-5. sınıf düzeyi: Bu dönemde, öğrencilerin üç boyutlu nesneleri, tanımlamaları, karşılaştırmaları ve özelliklerini analiz edebilmeleri ve nesnelerin özelliklerini yorumlarken yeni sözcükler geliştirebilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler, üç boyutlu nesneleri özelliklerine göre sınıflamaya başladıkları bu dönemde, “prizmalar”, “piramitler” gibi oluşturdukları nesne sınıflarını tanımlayabilmelidirler. Ayrıca, öğrencilerden, eş ve benzer nesneleri fark etmeleri, geometrik özellikler ve ilişkiler hakkında mantıklı çıkarımlar yapmaları, geometrik terminolojiyi kullanarak nesnelerin konum ve hareketleri ile üç boyutlu nesnelere simetriyi açıklayabilmeleri beklenmektedir (NCTM, 2000). Uzamsal görselleştirmenin etkin bir şekilde kullanılmasının beklendiği bu dönemde, öğrencilerin, geometrik nesneleri çizmeleri ve inşa etmeleri, iki boyutlu temsilleri verilen üç boyutlu nesneleri fark etmeleri ve inşa edebilmeleri, üç boyutlu bir nesnenin iki boyutlu gösterimini belirlemeleri gerekmektedir (NCTM, 2000).

Gutierrez’in, van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerini dikkate alarak üç boyutta geometrik düşünme düzeylerini ve her bir düşünme düzeyi için üç boyutta geometrik düşünme becerilerini belirlediği; NCTM’nin ise sınıf düzeylerini dikkate alarak üç boyutta geometrik düşünme becerilerini tanımladığı anlaşılmaktadır. Her ikisinin belirlediği düzeylerde, nesnelerin özelliklerini fark etme ve karşılaştırma, ilişkileri anlama, nesnelerin konumlarını, farklı perspektiflerden görünümünü ve hareketlerini anlama, nesneleri inşa etme becerilerinin beklendiği; ancak düzey arttıkça bu becerilerin daha fazla geliştiği ve daha fazla uzamsal görselleştirme ve dolayısıyla zihinden işlemlerin kullanıldığı söylenebilir. Bu durum, farklı düzeylerde aynı başlık altında incelenebilecek becerilerin varlığını göstermektedir. Örneğin, NCTM standartlarına göre okul öncesi-2. sınıf düzeyinde, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme, basit düzeyde ve genellikle nesneleri oluşturan parçaları fark etme ile sınırlıyken 3-5. sınıf düzeyinde nesneleri tanıma, onların özelliklerini analiz etmeyi ve daha üst düzey bir geometri terminolojisini kullanmayı gerektirmektedir. Yine- düzeyler arası bir gelişimin olması beklense de- her iki düzeyde “nesnelerin özelliklerini fark etme” becerisinin beklendiği anlaşılmaktadır.

Türkiye’de 2014-2015 öğretim yılında okutulan 1-4. ve 5. sınıf matematik öğretim programı incelendiğinde, üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili çeşitli kazanımların yer aldığı görülmektedir (MEB, 2013). Matematik öğretim programında öğrencilerden beklenen üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili beceriler, programdaki bu kazanımlardan yola çıkılarak farklı sınıf düzeylerine göre aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. *sınıf düzeyinde*, öğrencilerden, üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını uygun terimleri kullanarak (altında, dışında, sağında gibi) açıklayabilmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin; küp, silindir gibi prizma ve küre modelleri kullanarak yapılar oluşturmalarının beklendiği bu düzeyde, onlardan üç boyutlu nesnelerin adlarını bilmeli ve özelliklerini fark etmeleri beklenmemektedir.

2. *sınıf düzeyinde*; öğrencilerden, prizmaların yüz, köşe ve ayrıtlarını göstermeleri; silindir, koni ve küre gibi nesnelerin ayrıtlarının olmadığını fark etmeleri beklenmektedir. Ayrıca, öğrenciler, üç boyutlu nesnelerin düz yüzlerini fark edebilmeli ve bu yüzlerin adlarını söyleyebilmelidir. Örneğin; küpteki kareler, silindir ve konideki dairesel yüzler fark edilmelidir.

3. *sınıf düzeyinde*; öğrencilerin; küp, kare prizma, dikdörtgenler prizması, üçgen prizma, silindir, koni ve küre modellerinin yüzeylerini belirtebilmeleri hedeflenmektedir. Öğrencilerin, üç boyutlu nesnelerin açınımlarını oluşturmaları ve bu nesnelerin her bir yüzünün birer düzlemsel şekil olduğunu fark etmeleri beklenmektedir. Ayrıca, öğrencilerin, üç boyutlu nesnelerin yüzlerinin alanlarının standart olmayan birimlere ölçülmesine bu düzeyde yer verilmektedir.

4. *sınıf düzeyinde*; öğrencilerden izometrik kâğıttaki en fazla 12 eş küpten oluşan yapı çizimlerini, somut eş küp modelleri yardımıyla temsil edebilmeleri beklenmektedir.

5. *sınıf düzeyinde*; prizmaların yüzey açınımlarının ve yüzey açınımları verilen prizmaların oluşturulması hedeflenmektedir. Öğrencilerin, boyut kavramını açıklamalarının ve nesnelere boyutlarına göre sınıflandırabilmelerinin beklendiği bu düzeyde, onların; geometrik nesnelerin, adlarını da belirterek, özelliklerini açıklamaları, özelliklerine göre geometrik nesnelere karşılaştırmaları amaçlanmaktadır. Üç boyutlu nesnelerin yüzey açınımlarının çizilmesi ve açınımları verilen nesnelerin oluşturulması, izometrik kâğıttaki en fazla 20 eş küpten oluşan yapı çizimlerinin somut eş küp modelleri yardımıyla temsil edilmesi, eş küplerden oluşan bir yapının izometrik kâğıda çizilmesi, aynı sayıdaki küplerle farklı yapılar oluşturulması, bu düzeyde hedeflenen diğer becerilerdendir. Ayrıca, alan formülünün ilk defa bu düzeyde kullanılmakta ve üç boyutlu geometrik nesnenin hacminin standart olmayan bir birimle ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Gutierrez'in üç boyutta geometrik düşünme düzeyleri ve NCTM'nin sınıf düzeylerine göre belirlediği üç boyutta geometrik düşünme becerileri incelendiğinde, öğrencilerden bazı ortak becerilerin beklendiği anlaşılmaktadır. Bu ortak becerilerin üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerini oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca, Türkiye'deki matematik öğretim programında, öğrencilerden beklenen becerilerin, Gutierrez ve NCTM tarafından belirlenen bu ortak becerilerle benzerliklerinin olduğu söylenebilir. Gutierrez'in belirlediği beceriler, NCTM'nin belirlediği beceriler ve Türkiye'deki matematik öğretim programında öğrencilerden beklenen becerilerin karşılaştırılması ve bu becerilere göre araştırmada belirlenen üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri Tablo 1.2.'de sunulmuştur.



Tablo 1.2. NCTM'nin, Gutierrez'in ve Türkiye'deki Matematik Öğretim Programının Belirlediği Üç Boyutta Geometrik Düşünme Becerilerinin Karşılaştırılması

Üç Boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri	NCTM'nin belirlediği beceriler	Gutierrez'in belirlediği beceriler	Türkiye'de,1-5 matematik öğretim programının belirlediği beceriler
Üç boyutlu nesnelere tanıma	Üç boyutlu nesnelere; fark etme, adlandırma	Adlarından yola çıkarak geometrik nesnelere özelliklerini fark etme	Üç boyutlu nesnelere adlandırma
Üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirleme	Üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını "yanında" gibi sözcüklerle ifade etme		Üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını uygun terimleri kullanarak açıklama
Üç boyutlu nesnelere farklı temsillerini kullanma	Üç boyutlu nesnelere inşa etme, çizme	Üç boyutlu nesnelere için farklı temsillerini kullanma	Küp, silindire gibi prizma ve küre modellerini kullanarak yapılar oluşturma
Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma	Üç boyutlu nesnelere karşılaştırma Üç boyutlu nesnelere özelliklerini ve onları oluşturan parçalarını açıklama Üç boyutlu nesnelere özelliklerine göre sınıflama Üç boyutlu nesnelere karşılaştırma ve özelliklerini analiz etme	Köşe, ayırıt ve yüz gibi elemanları görsel olarak algılama ve nesnelere karşılaştırma Açı büyüklüğü, ayırıt uzunluğu, paralellik gibi özellikleri algılama ve nesnelere karşılaştırma İki tane üç boyutlu nesnenin eş olup olmadıklarını fiziksel ya da zihinsel eylemler sonucunda bulma	Prizmaların yüz, köşe ve ayırıtlarını gösterme Üç boyutlu nesnelere düz yüzlerini fark etme
İki boyut-Üç boyut ilişkisini kurma	İki boyutlu temsilleri verilen üç boyutlu nesnelere fark etme ve inşa etme Üç boyutlu bir nesnenin iki boyutlu gösterimini belirleme	Nesnelere görünmeyen hareketlerini zihinde canlandırma	Üç boyutlu nesnelere açınımlarını oluşturma ve bu nesnelere her bir yüzünün birer düzlemsel şekil olduğunu fark etme
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	Nesnelere zihinde canlandırma Nesnelere farklı perspektiflerden yorumlama	Nesnelere görünmeyen hareketlerini görselleştirme ve nesnelere hareketi sonrasında ilk ve son pozisyonlarındaki köşe, yüz ve ayırıtı eşleştirme	İzometrik kâğıttaki eş küpten oluşan yapı çizimlerini, somut eş küp modelleri yardımıyla temsil etme Aynı sayıdaki küplerle farklı yapılar oluşturma
Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama	Üç boyutlu nesnelere yüzey alanlarını ve hacimlerini standart ve standart olmayan birimlerle hesaplama		Üç boyutlu nesnelere yüzlerinin alanlarını ve hacimlerini standart olmayan birimlere ölçme.

Tablo 1.2. incelendiğinde, bu araştırmada, alinyazından yararlanılarak üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin:

1. Üç boyutlu nesnelere farklı temsillerini kullanma
2. Üç boyutlu geometrik nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirleme
3. Üç boyutlu geometrik nesnelere tanıma
4. Üç boyutlu geometrik nesnelere özelliklerini fark etme ve nesnelere özelliklerine göre karşılaştırma
5. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma
6. İki boyut-Üç boyut ilişkisini kurma
7. Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama başlıklarıyla belirlendiği görülmektedir.

Türkiye'deki ilköğretim 1-4 ve ortaokul 5. sınıf programlarında, öğrencilerin ulaşmalarının hedeflendiği becerilerin de bu bileşenlerde tanımlı olduğu anlaşılmaktadır. Pittalis ve Christou (2010), 5-9. sınıf düzeyindeki öğrencilerle yaptıkları çalışmalarında, NCTM'nin belirlediği standartları dikkate alarak üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerini şu başlıklar altında tanımlamışlardır:

1. Üç boyutlu nesnelere farklı temsillerini kullanma
2. Üç boyutlu nesnelere özelliklerini anlama
3. Eş küplerden oluşturulan nesnelere yapılandırma
4. İlişkileri (iki boyut-üç boyut ilişkisini) fark etme ve yapılandırma
5. Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini ölçme

Bu araştırmada, Pittalis ve Christou (2010)'nin belirttiği becerilerden farklı olarak, üç boyutlu geometrik nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirleme ve üç boyutlu geometrik nesnelere tanıma bileşenleri de yer almaktadır. Bu iki bileşenin, özellikle ilköğretim 1-4. sınıf düzeyindeki öğrenciler için önemli olduğu düşünülmektedir.

1.2.2. Üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri

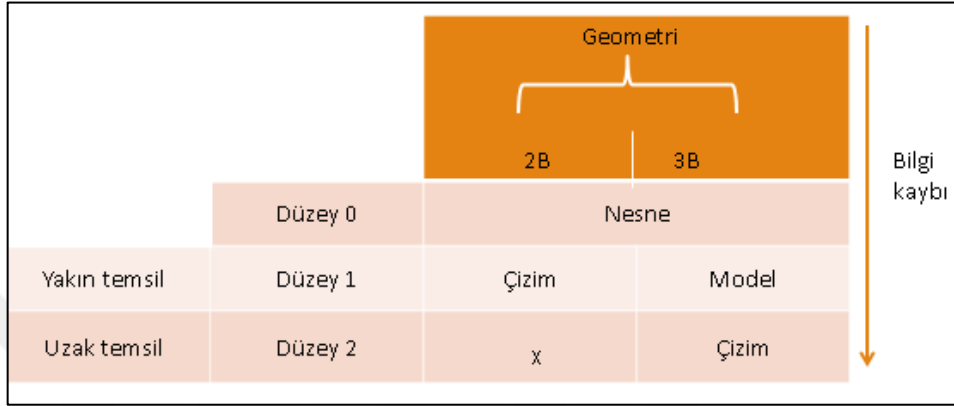
Bu başlık altında, araştırmada belirlenen üç boyutta geometrik düşünmenin yedi bileşeni incelenmiştir.

1.2.2.1. Üç boyutlu nesnelere farklı temsillerini kullanma

Matematiksel bilgi; resimler, somut nesnelere, gerçek hayat durumları, yazılı semboller ve konuşma dili ile temsil edilmektedir. (Lesh vd., 2003). Matematiksel nesnelere temsillerle gösterilmeden algılanamayacaklarını savunan Duval (1993), nesne ve temsil kavramlarının farkının önemli olduğunu; temsilin, nesneyi anlamak için kullanıldığını ve nesnenin kendisiyle karıştırılmaması gerektiğini vurgulamıştır. Bu

durumda, geometrik nesnelerin, özellikle küçük yaşlardaki öğrenciler tarafından doğru algılanabilmesi için onların temsillerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Parzyzs (1988), iki ve üç boyutlu geometrik nesnelerin temsillerini, uzak ve yakın temsil olmalarına göre farklı düzeylerde incelemiştir. Bu düzeyler Şekil 1.3.'te sunulmaktadır.



Şekil 1.3. İki ve Üç Boyutlu Geometrik Nesnelerin Farklı Düzeylerdeki Temsilleri

Kaynak: Parzyzs, 1988

Şekil 1.3. incelendiğinde, Düzey 0' da nesnelerin temsillerinin olmadığı görülmektedir. Bu durumda, aslında geometrik nesnelerin, geometrik kültürün bir sonucu olarak temsillerle gösterildiği ve temsillerin, nesnelerin gerçek değil de gerçeğe en yakın görüntülerini yansıtabildiği (Hayward ve Sparkes,1984'ten aktaran Parzyzs, 1988), s.80) anlaşılmaktadır. İki boyutlu nesnelerin temsilleri genellikle çizimle yapılırken üç boyutlu nesnelerin temsilleri, somut modellerle ya da çizimlerle yapılmaktadır. Aslında, küçük sınıflarda, iki boyutlu nesneler, çubuk ve şerit gibi somut modeller yardımıyla da temsil edilmektedir; ancak somut model, çizime göre daha fazla bilgi kaybına neden olduğundan uzak temsil olarak kabul edilebilir. Üç boyutlu nesnelerin temsili için kullanılan somut modeller ise genellikle üç boyutlu nesnenin kendisine daha yakın temsillerken çizimler, daha uzak temsiller olarak kabul edilmektedir (Parzyzs, 1988). Şekil incelendiğinde, nesnenin yakın temsili, onunla ilgili daha fazla bilgi verirken uzak temsile geçişte bilgi kaybının gerçekleştiği görülmektedir. Söz konusu bilgi kaybına; gerçek fiziksel bir nesnenin doğrudan görünen özelliklerinin bazılarının, bu nesnenin kâğıt üzerine çizildiği zaman görünmemesi, ancak zihinde canlandırma, yorumlama eylemleriyle fark edilebilmesi durumu örnek verilebilir. Dolayısıyla yakın temsilden uzak temsile doğru geçişte bilgi kaybı gerçekleşirken bir yandan da kaybedilen bu bilgiye ulaşmak için daha fazla zihinsel eylemin gerçekleştiği söylenebilir.

Öğrenciler; genellikle üç farklı temsil kullanarak üç boyut geometrisi üzerinde çalışmaktadırlar: 1. gerçek fiziksel nesnelerin kullanımı, 2. bilgisayar ortamındaki üç boyutlu nesnelerin kullanımı, 3. kâğıt üzerinde çizilmiş üç boyutlu nesnelerin kullanımı (Gutierrez, 1992). Kullanılan bu farklı temsillerin, hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır (Sarama ve Clements, 2016). Gerçek fiziksel nesneler, kolay ve çok yönlü kullanım sunmaktadır, ancak bu nesneler üzerinde çalışırken öğrencilerin üst düzey zihinsel işlemlerden uzak oldukları söylenebilir. Bilgisayar ortamındaki nesnelerin kullanımı, gerçek nesnelere göre öğrencileri daha fazla zihinsel işlem yapmaya yöneltse de bilgisayar yazılımlarının, nesnelerin farklı açılardan görünümünün incelenmesine fırsat tanınması nedeniyle, bilgisayar ortamındaki nesneler, fiziksel nesneler ile kâğıt üzerindeki temsiller arasında bir yerde bulunmaktadır. Düzlemsel temsiller/kâğıt üzerindeki temsiller, çok sık kullanılan ve üç boyutlular hakkında en detaylı bilgi veren araçlardandır; ancak bu temsiller, oldukça fazla zihinsel işlem gerektirmektedir (Gutierrez, 1992). Derogowski ve Bentley (1987), üç boyutlu bir nesnenin çizim temsilinin anlaşılması için çizimdeki derinliğin ve buna bağlı olarak nesnenin elemanlarının fark edilmesinin yanında o nesnenin bir bütün olarak zihinde canlandırılmasının da gerektiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla, öğrencilerin bu temsiller üzerinden üç boyutlu nesnelere algılamalarının oldukça güç olduğu söylenebilir (Gutierrez, 1992). Güçlükler, daha çok öğrencilerin üç boyutlu şekilleri kâğıda iki boyutlu çizerken, nesnelerin özelliklerini öğrenirken ve nesnelerin köşegenlerini çizmeye çalışırken kendini göstermektedir. Hem yetişkinler hem de çocuklar, üç boyutlu nesnelere paralel ve dikey doğruları çizmede güçlük yaşamaktadırlar. Bu nedenle üç boyutlu nesnelerin çizimlerinin üzerinde durulması ve açıkça yorumlanması gerekli görülmektedir (Pittalis ve Christou, 2010).

Araştırmalar, üç boyutlu nesnelerin anlaşılması için temsillerin kaçınılmaz olduğunu ve üç boyut geometrisinde kullanılan temsillerin farklı avantajlarının bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, üç boyut geometrisinin anlaşılması için öğrencilerin mümkün olduğu kadar farklı temsillerle karşılaştırılmasının önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca, okullarda sıklıkla kullanılan kâğıt üzerindeki temsillerin, diğer temsillere göre daha fazla zihinsel işlem gerektirdiği anlaşılmaktadır.

1.2.2.2. Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme

NCTM (2000), okul öncesi - 2. sınıf düzeyinde, öğrencilerin nesnelerin birbirlerine göre konumlarını “yanında”, “arkasında” gibi basit sözcüklerle açıklayabilmelerinin gerektiğini belirtmiştir. Nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme, günlük yaşamda sürekli uygulanan işlemlerden biridir (Huttenlocher, Newcombe ve Sandberg, 1994).

Genellikle, okul öncesi dönemde çocuklar; uzak-yakın, altında-üstünde gibi kavramları kolay ayırt edebilirler, ancak nesnelere arasındaki mesafe ve nesnelere göre konumlandırılma biçimleri, öğrencilerin hata yapmalarına neden olabilmektedir. Deneyim eksikliği olan öğrencilerde, nesnelere mekânda farklı görünümlerinin olabileceğini algılayamadıkları, sağ-sol, ön-arka gibi konumları belirlemede güçlük yaşadıkları görülmektedir (Kol, 2010). Çocuklar, 3-4 yaşlarında, genellikle hedef olarak gösterilen, kendilerine yakın bir konumda olan ya da konumu işaretlenmiş olan nesnelere gösterebilmektedirler. Bir nesnenin konumunun tam olarak kodlanması ise daha ileriki yaşlarda (orta çocukluk dönemlerinde) gerçekleşmektedir (Piaget, İnhelder ve Szeminska,1960).

Geometrik nesnelere ve onların konumlarını anlamak uzamsal yetenekle ilgilidir (Yeh, 2013). Bireyin, iki ya da daha çok nesnenin birbirine göre konumlarını fark etmesi, onun -kendisine göre- bir nesnenin farklı yönlerini (sağ, arka, alt, üst gibi) tanıması ile mümkündür. Bu nedenle, üç boyutta geometrik düşünme için temel bileşenlerden biri olarak kabul edilen, nesnelere birbirlerine göre konumunu belirleme bileşeninin, diğer bileşenlerin gerektirdiği becerilerin yapılandırılmasında önemli olduğu düşünülmektedir. Bir üç boyutlu nesnenin sağ-sol-arka-önden görünümlerini çizmek için öncelikle bu kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bir üç boyutlu nesnenin açılımı oluşturulurken parçaların konumlarının belirlenmesi; açılımı verilen bir nesnenin tanınması, bir nesnenin farklı açılardan görünümlerinin zihinde canlandırılması, ancak o nesnenin ve nesnenin alt-üst, ön-arka, sağ-sol, üst-alt tarafındaki tüm parçalarının tanınması ile mümkündür.

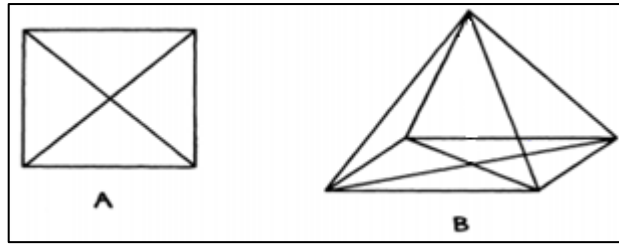
1.2.2.3. Üç boyutlu nesnelere tanıma

Üç boyutta geometrik düşünme ve ilgili problemleri çözebilme; geometrik nesnelere tanımayı, sınıflandırmayı, yapılarını ve geometrik özelliklerini anlamayı gerektirmektedir (Gutierrez,1992). Üç boyutlu nesnelere tanımak için nesnelere boyutlarının (bir-iki-üç boyutlu olma durumlarının) ve özelliklerinin anlaşılması önemlidir. Öğrencilerin, okul öncesi - 2. sınıf düzeyinde, üç boyutta geometrik düşünme düzeylerinin gelişim sürecinin başındayken, üç boyutlu nesnelere adlandırmaları (NCTM, 2000) beklenmektedir. Üç boyutlu nesnelere adlandırılması, tüm özellikleriyle olmasa da onların tanınmaya başlamasını gerektirmektedir. Öğrencilerin, daha sonraki dönemlerde, üç boyutlu nesnelere özelliklerine göre karşılaştırabilmeleri, boyut kavramını açıklayabilmeleri, nesnelere boyutlarına göre sınıflandırabilmeleri; ancak üç boyutlu nesnelere farkında olmaları; yani onları tanımları ile mümkündür.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeninin; farklı üç boyutlu nesnelere arasından benzer olanları tanıyabilme ve farklı boyutlu (iki boyutlu-üç boyutlu) nesnelere arasından üç boyutlu ve iki boyutlu olanları tanıyabilme olmak üzere iki ayrı beceriyi kapsadığı düşünülmektedir. Örneğin, verilen bir üçgen prizmanın benzerinin, kare prizma, beşgen prizma ve üçgen prizma arasından seçilebilmesi, ilk beceri için bir örnek olabilir. Kare, üçgen, dikdörtgen ve çeşitli prizmaların bulunduğu nesnelere iki ve üç boyutlu olmalarına göre ayırabilme işlemi ise ikinci beceriye örnektir. Öğrenciler ilk aşamalarda, nesnelere tüm özelliklerini bilmeseler bile onları görsel olarak kare-üçgen bulduranlar vb. şekillerde eşleştirebilir; ancak bir nesnenin şeklinden, renginden, konumundan bağımsız olarak tüm özelliklerinin fark edilebilmesi, uzamsal ilişkilerin kullanılmasını gerektirmektedir (Gutierrez, 1997).

1.2.2.4. Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme ve üç boyutlu nesnelere özelliklerine göre karşılaştırma

Üç boyutta düşünme, üç boyutlu nesnelere özelliklerini anlamayı gerektirmektedir. Üç boyutlu nesnelere özelliklerini, onların çizimlerinden tahmin etmek zordur. Bir geometrik nesne ile onun gösterimi arasındaki ilişki, genellikle üç boyutlu nesnelere için daha karmaşık ve belirsizdir (Parzys, 1988). Örneğin; bir dikdörtgen piramidin tabanındaki köşegenleri fark etmek, uzunlukları hesaplamak ya da tahmin etmek, bir dikdörtgenin köşegenlerini fark etmek ve bu köşegenlerin uzunluklarını hesaplamaya göre daha karmaşık ve zor bir işittir. Şekil 1.4.'te iki ve üç boyutlu geometrik nesnelere çizimlerine yer verilmiştir (Parzys, 1988).



Şekil 1.4. İki ve Üç Boyutlu Nesne Çizimlerine Örnekler

Kaynak: Parzys, 1988

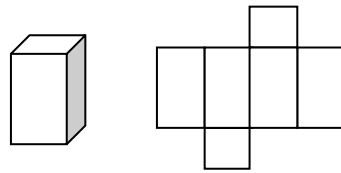
Şekil 1.4.'teki çizimler incelendiğinde, B çiziminin A çiziminden daha karmaşık bir yapıda olduğu ve çizimle temsil edilen nesnenin özelliklerinin keşfedilmesinin, öğrenciler için daha zor olduğu söylenebilir. Örneğin; B çiziminin bir üç boyutlu nesneye ait olduğunu fark edip bu nesnenin yüz, ayrıt ya da köşe sayısını belirleme, A çiziminin bir

iki boyutlu nesneye ait olduğu, iki köşegenin ve dört kenarının olduğunu fark etme durumuna göre fazla işlem gerektirmektedir.

Üç boyutlu nesnelere kavramak, onların bileşenlerinin temel özelliklerini anlamayı ve ayırt edebilmeyi gerektirmektedir. Bunun için aynı ya da farklı yapıdaki bileşenlerin ilişkilerini karşılaştırmak, yani nesnenin elemanlarını ilişkilendirmek gerekmektedir (Markopoulos, 2003). Üç boyutlu nesnenin tamamlayıcı elemanlarının özellikleri (köşe, ayırıt, yüz vb.), aslında o nesnenin fark edilmesini ve yorumlanmasını sağlamaktadır. Örneğin; her bir yüzünü oluşturan geometrik şekiller ve bu şekillerin sayıları, bir çokyüzlünün tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Dolayısıyla üç boyutlu nesnelere tanımak, onları oluşturan parçalarının özelliklerinden değişmeyenlerini ayırt etmeyi gerektirmektedir. Bu nedenle, üç boyutta geometrik düşüncelerinin gelişimi için öğrencilerin, üç boyutlu nesnelere değişmeyen özelliklerini fark etmeleri (Pittalis ve Christou, 2010) ve farklı özelliklerdeki üç boyutlu nesnelere karşılaştırılabilirlikleri önemlidir.

1.2.2.5. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma

Üç boyutlu nesnelere, iki boyutlu şekiller yardımıyla göstermek, ilişkilerin fark edilmesini ve yapılandırılmasını gerektirmektedir (Pittalis ve Christou, 2010). İki boyut-üç boyut ilişkisini kurmak, parçaları analiz etmeyi ve zihinde yeni bir figür oluşturacak şekilde yeniden yapılandırmayı, tamamlayıcı parçalara odaklanarak üç boyuttan iki boyuta ve iki boyuttan üç boyuta geçişi ve nesnenin farklı perspektiflerinin koordinasyonunu gerektiren zihinsel bir eylemdir. Şekil 1.5.'te üç boyuttan iki boyuta geçiş için bir örnek verilmiştir.



Şekil 1.5. Üç Boyutlu Bir Yapının İki Boyutlu Açılımı

Şekil 1.5. incelendiğinde, üç boyutlu bir nesne olan dikdörtgenler prizmasının iki boyutlu açılımının, prizmayı oluşturan altı yüzle gösterildiği anlaşılmaktadır. Bu açılım farklı şekillerde çizilebilse de tüm çizimler, prizmanın ön-arka-sağ-sol yüzlerini oluşturan eş dikdörtgenler ile alt-üst yüzlerini oluşturan eş dikdörtgenleri içerecektir. Bu durumda, prizmanın tüm yüzlerini fark etmek, yani özelliklerinin farkında olmak, üç boyutlu nesnelere açınımlarının çizilebilmesi için gereklidir. Öğrencilerin bu açılımı doğru bir şekilde çizebilmeleri ya da fark edebilmeleri için sadece prizmanın parçalarını tanımaları

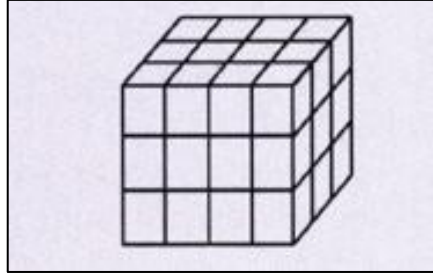
yeterli değildir; aynı zamanda bu parçaların konumlarını da doğru şekilde belirlemeleri gerekmektedir.

Öğrenciler için bir üç boyutlu nesnenin açınımlarını oluşturma eyleminin güçlüğü; nesneyi oluşturan parçaların şekline göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin; bir çokyüzlünün açınımdaki tüm parçalar, bu nesnenin açılmamış halindeki görünüşleriyle aynıyken, bir koni ya da silindir için aynı durum söz konusu değildir. Bu tür nesnelerin açınımdaki şeklin oluşturacağı yüzeyin de zihinde canlandırılması gerekmektedir (Cohen, 2003).

Üç boyutlu nesne açınımlarının oluşturulması, genellikle öğrencilerde yetersiz olan, ancak deneyim, farkındalık ve analizler sonucunda gelişilebilen bir çeşit zihinsel tasvir gerektirmektedir (Cohen, 2003). Üç boyuttan iki boyuta ya da iki boyuttan üç boyuta geçiş, bir nesnenin zihinde canlandırma yoluyla farklı bir nesneye dönüştürülmesini gerektirdiğinden Bishop'un şekil bilgisi ve görsel işlem sınıflamasındaki "görsel işlem" sınıfına girmektedir (Cohen, 2003). Dolayısıyla bu beceri, üç boyutlu nesneyi tanımaktan öte, görselleştirilmesini içerir (Cohen, 2003). Piaget ve Inhelder (1967), döndürme ve üç boyutlu nesnelere oluşturma işlemlerinin, iki boyut-üç boyut arasındaki geçişin anlaşılmasına (açma/katlama eylemlerinin gerçekleştirilebilmesine) bağlı olduğunu savunmaktadırlar. Piaget'nin açma ve katlama eylemlerini yapabilen öğrencilerin, diğerlerinden iki-üç yıl daha önde olduklarını savunması, çocuklarda üç boyut geometrik düşünmenin gelişimi için bu bileşenin önemini ortaya koymaktadır.

1.2.2.6. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma

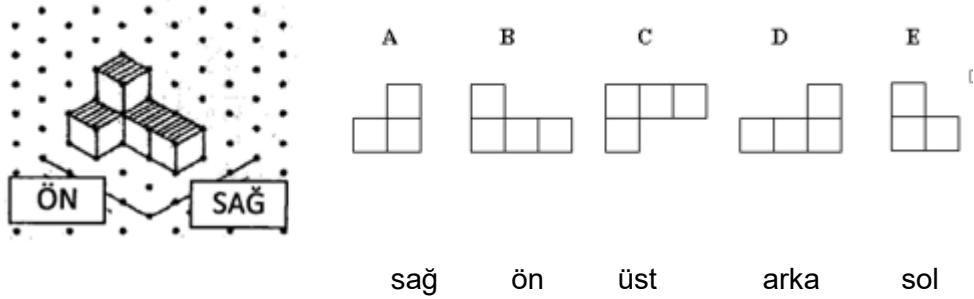
Battista and Clements (1998), bir nesne setini yapılandırmanın önemine değinmişler ve eş nesnelere oluşan bir yapıyı oluşturmanın çocuklar için karmaşık bir eylem olduğunu belirtmişlerdir. Eş küplerden oluşan bir yapıdaki küpleri saymak ve bu yapıyı analiz etmek birçok zihinsel işlemin kombinasyonunu gerektirmektedir (Battista and Clements, 1998). Örneğin; 64 eş küpten oluşan küp şeklinde bir yapıyı oluşturmak için yapının her bir katında 16 eş küpün bulunması ve her kattaki küplerin aynı şekilde dizilmesi gerekmektedir. Şekil 1.6.'da eş küplerden oluşan dikdörtgen prizması şeklindeki bir yapı yer almaktadır.



Şekil 1.6. Eş Küplerden Oluşan Bir Prizma

Şekil 1.6.'da, küplerden oluşan prizmanın her bir katında 12 küpün bulunduğu ve üç kattan oluşan bu yapının 36 eş küpten oluştuğu görülmektedir. Böyle bir yapıdaki küplerin sayılamaması, uzamsal yetenek eksikliğine yani yapının farklı görünüşlerinin zihinde canlandırılmamasına ve koordine edilememesine bağlanmaktadır (Pittalis ve Christou, 2010).

Küplerden oluşan bir yapının farklı yönlerden görünüşlerinin fark edilmesi ve oluşturulması da eş nesnelere oluşturulan üç boyutlu yapıların anlaşılması için gerekli bir zihinsel işlem olarak düşünülebilir. Şekil 1.7.'de küplerden oluşan yapının farklı yönlerden görünüşlerinin çizimine yer verilmiştir.



Şekil 1.7. Eş Küplerden Oluşan Bir Yapının Farklı Yönlerden Görünümü

Şekil 1.7'de, küplerden oluşan üç boyutlu bir yapının farklı yönlerden görünüşlerinin, iki boyutlu şekillerle temsil edildiği görülmektedir. Pittalis ve Christou (2010), bu durumu, üç boyutlu nesnelere farklı temsillerinin kullanımı bileşeni altında açıklamışlardır. Bu beceriyle ilgili sorulara, iki boyut-üç boyut ilişkisini de gerektirdiğinden, genellikle uzamsal görselleştirme testlerinde rastlanmaktadır. Eş nesnelere oluşturulan yapıların farklı yönlerden görünüşlerinin anlaşılması ve çizilebilmesi, öncelikle bu yapıları oluşturan eş nesnelere konumlarının anlaşılmasını ve eş nesne sayılarının bilinmesini gerektirdiğinden bu beceri, bu çalışmada "eş nesnelere oluşturulan üç boyutlu yapıları tanıma" başlığı altında ele alınmıştır. Yine, uzamsal ilişkiler testlerinde karşılaşılan, eş küplerden oluşan nesnelere döndürülmüş

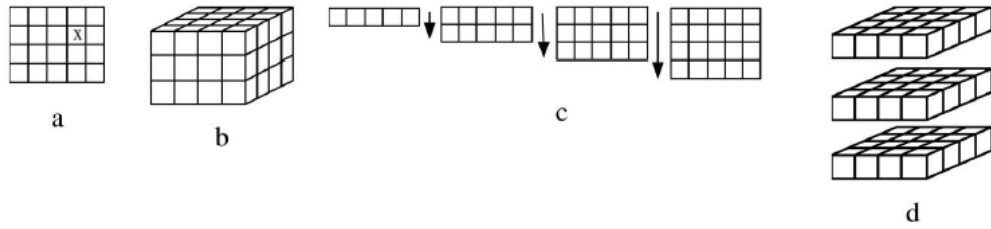
hallerinin fark edilmesi, aynı sebeplerden dolayı, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni altında ele alınmıştır.

Bu bileşenin, eş nesnelere oluşan yapılardaki nesne sayısını hesaplama, bu yapıların farklı yönlerden görünümünün iki boyutlu çizimlerini tanıma becerilerini içerdiği, dolayısıyla uzamsal ilişki ve uzamsal görselleştirme gerektirdiği söylenebilir.

1.2.2.7. Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama

Üç boyutta geometrik düşünme, nesnelere yüzey alanı ve hacim özelliklerinin bilinmesini de içermektedir. Burada formüllerin temeli olan birimler önemli rol oynamaktadır. Öğrenciler, genellikle formüller ve sayısal işlemler yoluyla ölçümler yapmakta, formülleri, birimler yoluyla yapılandırmaktan uzak kalmaktadırlar (Owens & Outhred, 2006). Battista ve Clements (1996), kavramsal öğrenme için bu ölçümlerdeki sayısal işlemlerin yapılandırılmasının, formüllerle yapının ilişkilendirilmesinin önemli olduğunu, bunun için yapının iç dinamiğinin anlaşılmasının ve görselleştirmenin gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Bu açıdan bakıldığında, alan ve hacmin birimler yoluyla ölçümünün, bu kavramların içselleştirilmesinde gerekli olduğu söylenebilir. Şekil 1.8.'de alan ve hacim hesabının standart olmayan birimlerle yapılmasına bir örnek verilmiştir.



Şekil 1.8. Alan ve Hacim Ölçülmesine Örnek

Kaynak: Battista, 2004

Şekil 1.8.'deki a çiziminin karelerden, b çiziminin küplerden oluşan yapıları temsil ettikleri görülmektedir. c çizimi, a çizimindeki; d çizimi ise b çizimindeki yapıları oluşturan düzenli birimleri temsil etmektedir. Bu yapıların alan ve hacim ölçümünde boyutun önemli olduğu, iki boyutlu olan birim karelerin, yüzey alanı; üç boyutlu birim küplerin ise hacim ölçümünü yapılandırmak için kullanılabileceği görülmektedir. Ayrıca, bu yapılandırma için kullanılan birimlerin konumlarının önemli olduğu, belirli stratejilerin izlendiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, yapılandırma için konum belirlemenin yararlı olduğu

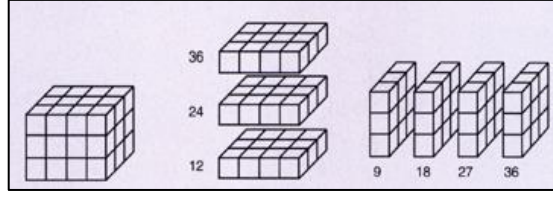
düşünülmektedir. a şeklindeki “X” in, ikinci satır, dördüncü sütunda olduğunun belirlenmesi konum belirlemeye örnek verilebilir (Battista, 2004).

Bir yüzeyin büyüklüğü ve şekli, onun alan hesabını etkileyen faktörlerdendir. Öğrenciler, dikdörtgen gibi düzgün şekiller ile düzgün olmayan şekilleri standart olmayan birimlerle kaplamada farklı performanslar göstermekte, düzgün şekillerin alanını daha kolay hesaplamaktadırlar (Owens & Outhred, 2006). Ayrıca, bir yüzeyi kaplamak için kullanılan birimlerin şekli de öğrencileri etkilemekte, birim olarak üçgen ve kare kullandıkları durumlar karşılaştırıldığında, öğrencilerin üçgenleri kullanmakta daha fazla güçlük yaşadıkları gözlenmektedir (Owens & Outhred, 2006). Öğrencilerin, alan hesaplarırken düzgün ve düzgün olmayan şekillerle karşılaştırılmaları ve birim olarak kullanılan şekillerin çeşitlilik göstermesi, deneyim kazanmalarında önemlidir. Heraud (1987), öğrencilerin alan hesaplarırken; ancak birkaç şekil üzerinden edindikleri deneyim sonucunda birim kareleri kullanılabileceklerini keşfedebildiklerini belirtmiştir.

Bu durumda, üç boyutlu nesnelerin yüzey alanlarını hesaplarırken öğrencilerin, nesnelerin yüzlerinin şekillerinden ve büyüklüğünden etkilenecekleri, alan hesabı için kullanacakları birimin şeklinin, yapacakları işlemde etkili olacağı söylenebilir. Ayrıca, bir üç boyutlu nesnenin tüm yüzey alanının hesaplanması, onun farklı açıdan görünüşlerinin ve tüm parçalarının zihinde canlandırılmasını gerektirmektedir.

Birimlerle yapılabilmesi açısından alan hesabıyla benzerlik gösterse de hacim hesabı, daha fazla uzamsal görselleştirme ve hacmi hesaplanacak nesnenin yapılandırılmasını gerektirmektedir (Owens & Outhred, 2006). Öğrenciler, genellikle, bir nesnenin hacim ölçümünün, onun genişlik, yükseklik ve uzunluğunun çarpılması ile yapılacağını düşünmekte (Owens & Outhred, 2006), bu formülün yapılandırılmasına ilişkin fikir yürütememektedirler.

Battista ve Clements (1996), bir yapıdaki küpleri sayma işleminin, o yapının hacminin yapılandırılmasına yardımcı olacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin, eş küplerden oluşan bir yapıdaki küpleri sayarken kullandıkları farklı stratejilerin, onların ileride kullanacakları hacim formülünü yapılandırmalarına yardımcı olacağını savunmaktadırlar. Şekil 1.9’da, eş küplerden oluşan bir yapıdaki küpleri sayarken kullanılabilecek stratejilere örnek verilmiştir.



Şekil 1.9. Eş Küplerden Oluşan Yapılardaki Küp Sayısını Bulma

Kaynak: Battista ve Clements, 1996

Tekrarlı toplamın, bir yapıdaki küplerin sayısını belirlemede kullanılacak bir strateji olduğu Şekil 1.9. ile gösterilmektedir. Bu işlemin; yapının iki farklı yolla katmanlara ayrılması sonucunda yapılabileceği söylenebilir. Küpleri $4 \times 3 \times 3$ çarpma işlemi yaparak saymak tekrarlı toplamaya göre daha iyi bir strateji olarak gösterilebilecekken tek tek sayma işlemi de bu stratejilere göre daha alt düzeyde düşünen bir öğrencinin kullanacağı strateji olarak düşünülebilir.

Birbirleriyle ilişkili olan ve çeşitli görevler yoluyla ortaya koyulabilen üç boyutta geometrik düşünmenin bu bileşenlerinin, Yeh ve Nason (2004) tarafından belirlenen dışsal materyaller dünyası, içsel uzamsal yetenek ve iletişim üçgeniyle ilişkili olduğu görülmektedir. Örneğin; üç boyutlu nesnelerin özelliklerinin fark edilmesi ve üç boyutlu nesnelerin karşılaştırılması, hacim ve yüzey alanlarının ölçülmesi ve farklı temsillerinin kullanılabilmesi için öncelikle dışsal materyaller dünyasının (üç boyutlu nesnelerin) anlaşılması, daha sonra ise bu materyallerin içsel uzamsal yetenekle algılanması, yorumlanması gerektirmektedir. Üç boyut- iki boyut ilişkisinin kurulması, üç boyutlu nesnelerin tanınmasını ve bu nesnelerin iki boyutlu açınımlarını bilmeyi, dolayısıyla dışsal materyaller dünyasının anlaşılmasının yanında, onların zihinde canlandırılmasını gerektirdiğinden uzamsal yetenekle ilişkili olarak düşünülebilir. Bu ilişkilerin kurulması ise iletişim (konuşma ve yazı dili, matematiksel simgeler, çizimler vb.) ile mümkündür. Dolayısıyla üç boyutta geometrik düşünme becerilerinin; dışsal materyaller dünyası, uzamsal yetenek ve iletişim bileşenlerinin etkileşimi ile geliştiği söylenebilir.

Üç boyutta düşünmenin bileşenleri incelendiğinde, her birinin farklı görevler gerektirdiği ve bu görevlerin farklı yaş grupları için farklı güçlükler içerebileceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının belirlenmesinin, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin dikkate alınmasıyla hazırlanan çeşitli görevler yoluyla mümkün olacağı düşünülmektedir.

1.3. Problem Durumu

Üç boyutta düşünme; üç boyutlu nesnelerin farklı temsillerinin kullanılması; üç boyutlu geometrik nesnelerin özelliklerinin anlaşılması, üç boyutlu geometrik nesnelerin sınıflandırılması, alan-hacim ölçümü, iki boyuttan üç boyuta geçiş gibi önemli zihinsel işlemler gerektirmektedir. Okullarda yapılan öğretimin, genellikle bu işlemlere yönelik etkinliklerden oluştuğu söylenebilir. Türkiye’de üç boyutta geometrik düşünmenin gelişiminin amaçlandığı etkinliklerle öğrenciler, ilk olarak ilkokul 1. sınıfta “Geometrik Cisimler ve Şekiller” başlığı altında karşılaşmaktadırlar (MEB, 2013). 1. sınıfta öğrencilerin; geometrik cisimlerden küp, prizma, silindir, koni ve küre modelleri ile yapılar oluşturup cisimleri köşeli ve yuvarlak oluşlarına göre sınıflandırmaları; 2. sınıfta, bu nesneleri modeller üzerinden tanımaları ve ayırt, köşe ve yüzlerini belirtmeleri, 3. sınıfta nesnelerin açınımlarını belirlemeleri, 4. sınıfta, izometrik ya da kareli kâğıda eş küplerle çizilmiş olan modellere uygun yapıları oluşturmaları beklenmektedir. Alanı standart olmayan birimlerle 3. sınıfta ölçmeye başlayan öğrenciler, standart birimleri 5. sınıfta kullanmaktadırlar. Yüzey açınımlarının çizimi de yine 5. sınıfta gerçekleşmektedir.

İlkokulda yapılan etkinlikler göz önünde bulundurulduğunda, kazandırılması istenilen becerilerin sınıf düzeylerine göre farklılaştığı ve üç boyutta düşünmenin tüm bileşenlerine, derinlemesine yer verilmediği görülmektedir. Örneğin, eş küplerden oluşan yapıların izometrik kâğıda çizimi veya çizimi verilen yapının somut modellerle oluşturulmasına yer verilirken bu yapıların farklı yönlerden görünülerinin çizilmesi veya döndürülmesi sonucu oluşan görüntülerinin bulunması gibi eylemlere bu düzeyde yer verilmemektedir. Standart olmayan birimlerle hacim ölçümüne ise ilkokul düzeyinde yer verilmemektedir. Bu durum, gelişimsel psikologlara göre somut işlemler döneminde bulunan bu çocukların, geometrik düşünmede, ancak belirli bir aşamaya kadar gelebilecekleri düşüncesinin programa yansması olarak düşünülebilir. Ancak, ilkokul 1-4. sınıf düzeyindeki öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşünmeye yönelik bu becerilerin hangilerine sahip oldukları, hangi becerilerin bu dönemdeki öğrencilerin düzeyine uygun olduğu henüz açıklık kazanmamıştır. Bu durum, matematik öğretim programında yapılan değişikliklere de yansımakta, bir önceki programda 3. sınıfta yer verilen açınımların (MEB, 2013), son programda 5. sınıfa kaydırılması (MEB, 2015) gibi değişikliklerle karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan bazı araştırmalar, çocuklardaki üç boyutta düşünmenin gelişimi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Wolf (1988), çocuklardaki üç boyutta düşünmeyi belirlemek amacıyla üç görev belirlemiştir. Bunlar; çocuklara üç boyutlu yapılar oluşturmalarını sağlayacak blokların verilmesi, üç boyutlu nesnelerin resimle temsillerinin yorumlatılması, üç boyutlu nesnelerin, grafiksel gösterimlerinin çizdirilmesidir. Wolf’un

belirlediği “nesnelerin resimle temsillerinin yorumlatılması” ve “grafiksel gösterimlerinin çizdirilmesi” görevlerinin, “üç boyutlu nesnelerin farklı temsillerini kullanma” bileşeniyle; “üç boyutlu yapılar oluşturmalarını sağlayacak blokların verilmesi” görevinin, “eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma” bileşeniyle ilişkili olduğu söylenebilir. Wolf, bu görevler yardımıyla, beş yaşındaki bir çocuğun bir evin çizimini, hacmini de dikkate alarak yapmaya başladığını, dolayısıyla bu yaştaki çocukların iki boyut - üç boyut sistemlerinin gösterimlerindeki farkı öğrendiğini savunmaktadır. Bir ile beş yaş arasındaki çocukların en azından bu iki sistemin gösterimlerindeki farkı anladıklarını düşünen Wolf'a göre, altı yaşındaki çocuklar, çizimlerinde kullandıkları renklerle bir daireyle küreyi ayırabilmelidirler.

Murph ve Wood (1981), dört yaşındaki çocukların geometrik cisim testlerinde resim bilgisini kullanabildiklerini ortaya koymuşlardır. Bu durumun, yaş ilerledikçe gelişim gösterdiğini, sekiz yaşındaki çocukların bazılarının resme bakmadan çizim yapabildiklerini gözlemişlerdir. Çocukların sistematik olarak perspektif kurallarına göre bir üç boyutlu çizim yapmalarının ise sekiz buçuk - dokuz yaşlarına denk geldiği belirtilmiştir.

Mitchelmore (1980), okul çağındaki çocuklarla yaptığı çalışmasında, çocukların üç boyutlu nesnelerin çizimlerindeki gelişimlerini dört aşama ile açıklamıştır. 1. aşama olan şematik düzlem (plane schemathic) düzeyinde, çocuklar nesnelerin yalnızca bir yüzeyini çizmektedirler. 2. aşama, şematik cisim (solid schemathic) olarak adlandırılmaktadır. Bu düzeyde, çocuklar, birden fazla yüzey çizebilmektedirler; ancak çizimlerinde herhangi bir derinlik bulunmamaktadır. Nesnenin tüm yüzeylerini iki boyutta çizim yapar gibi çizmektedirler. 3. sınıf düzeyindeki öğrenciler 1-2. düzeyler arasında bulunmuşlardır. 3. düzey olan gerçekçi öncesi (pre-realistic) düzeyde sadece görünen yüzeyler yer almakta ve çizimler artık bir derinlik içermektedir. 5. sınıf öğrencileri 2-3. düzeyler arasında; 7. ve 9 sınıf öğrencileri ise 3. düzeyde bulunmuşlardır. Gerçekçi (Realistic) olarak adlandırılan 4. düzeyde ise çocuklar, artık nesnenin özelliklerini, paralel, dik doğrularını göz önünde bulundurularak tamamen doğru bir çizim yapabilmektedirler.

Piaget ve Inhelder (1967), 5-6, yaşında, çocukların, çizilen açınımların kesilip katlandığında üç boyutlu nesnelere oluşturacağını tahmin etmekten öte düşünemediklerini savunmaktadırlar. 6-7 yaş aralığında çocukların ilk defa üç boyutlu nesne ile açınımları arasındaki ilişkileri fark etmeye başladıklarını; ancak açınımların oluşturacağı nesne hakkında henüz fikir sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir. 7-9 yaşlarında, çocukların üç boyutlu nesnelerin açınımlarını zihinlerinde canlandırmaya başladıklarını; ancak oluşacak şekli tam olarak tahmin edemeyebileceklerini vurgulayan Piaget ve Inhelder, bu dönemde, çocukların nesne ile açınımları arasında hala bir karmaşa

yaşadıklarını düşünmektedirler. Onlara göre, ancak 9-11 yaşlarında, çocuklar, üç boyutlu nesnenin açınımını bütün parçalarıyla birlikte, hatasız oluşturabilirler. Bu dönemden önce öğrenciler, gerekli ön koşullara (çizme, döndürme gibi becerilere) sahip olsalar da somut olarak gerçekleştirebildikleri bu eylemleri zihinsel işlemler yoluyla yapamamaktadırlar. Piaget'nin öğrencilerde bu becerinin ortaya çıkarılmasının özellikle deneyimle ilişkili olduğu görüşü, bu açıdan gelişimin öğrenme deneyimleriyle yaştan bağımsız olabileceğini savunan van Hiele'nin görüşüyle paralellik göstermektedir.

Battista ve Clements (1996), yaptıkları çalışmalarında 3. sınıftaki bir öğrencinin, eş küplerden oluşan bir yapıdaki küpleri sayarken aynı zamanda yapının birden farklı yüzünü zihninde canlandırmakta zorlandığını, yalnızca bir yüzünü aklında tutabildiğini, doğru yanıtı ancak yapıdaki küpleri tek tek sayarak ulaşabildiğini bulmuşlardır. 5. sınıf öğrencilerin tabanında $4 \times 3 = 12$ küp olmak üzere 36 küpten oluşan dikdörtgenler prizması şeklindeki yapıdaki toplam küp sayısını bulurken taban ve tabandaki küpleri farklı saydıkları, yine yapının bu iki yüzünü bir arada düşünemedikleri görülmüştür. Bu öğrencilere farklı yönlerden iki boyutlu görünümleri verilen bir yapıdaki küp sayısı sorulduğunda ise yedi öğrenciden yalnızca ikisi yapıyı oluşturarak küp sayısını bulabilmiştir. Bu çalışmada, hacim formülünün yapılandırılmasına yardımcı olan yapılardaki eş küplerin sayısını bulmada öğrencilerin güçlükler yaşadıkları, hacim kavramının ancak 5. sınıf düzeyinde anlaşıldığı belirtilmiştir. Bunun yanında, öğrencilerin her birinin kendi stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Genellikle bir kattaki küp sayısını çarpma ya da tek tek sayma yoluyla bulan öğrencilerin toplam küp sayısını tekrarlı toplama, tek tek sayma ya da çarpma işlemi ile buldukları görülmüştür.

Ben-Chaim, Lappan ve Houang, (1985), öğrencilerin prizmanın kenar ve köşelerindeki küpleri bir kere değil de iki ya da daha çok kere saydıklarını gözlemişlerdir. 5-8. sınıf düzeyindeki öğrencilerle çalışan araştırmacılar, öğrencilerin, çizim olarak sunulan prizmaları tam olarak algılayamadıklarını ve prizmaları görselleştiremediklerini belirtmişlerdir.

Olkun (1999), 4. sınıf öğrencilerinden, küplerden oluşan yapılardaki küp sayılarını hem çizim hem de somut temsil kullanarak hesaplamalarını beklemiştir. Öğrencilerin, somut yapıları kullanırken çizim temsillerine göre daha fazla strateji kullandıkları ve basitten karmaşığa doğru hazırlanmış etkinlikler sonucunda, öğrencilerin kavramsal gelişim kaydederek küplerden oluşan yapıları fark ettiklerini, gittikçe daha gelişmiş stratejiler kullanarak yapılardaki küpleri saydıklarını gözlemiştir.

On üç ve 17 yaşındaki öğrencilerin prizmalar içerisindeki birim küpleri bulurken ne gibi hatalar yaptıklarını araştıran Hirstein (1981), öğrencilerin görünen küpler ya da küp

yüzeyleri ile ilgili hatalar yaptıklarını ve hacim ve yüzey alanını karıştırdıklarını savunmuşlardır.

Küçük küplerden oluşan farklı boyutlardaki prizmalar çizim olarak sunulduğunda, 4-5-6 ve 7. sınıf öğrencilerinin, prizmaların içindeki birim küp sayılarını hesaplamakta güçlük yaşadıkları bulunmuştur (Olkun, 2003b). Çalışmada, öğrencilerin, 7. sınıfta bile bu konuda güçlük yaşamaları nedeniyle, hacim formülünün 8. sınıfta verilmesi uygun görülmüştür. Hacim formülünün daha alt sınıflarda verilmesinin ancak uygun etkinliklerle mümkün olacağı savunulmuştur.

Battista (2004), 5. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmasında, öğrencilerdeki, hacim ve alan kavramının gelişimini, birbirini izleyen, yedi düzeyle açıklamıştır. Bu düzeyleri, açıklarken hem alan hem de hacim hesabında, öğrencilerin yapılarıdaki, birimleri (kare ve küpleri) oluşturma, bu birimleri sayma, bu işlemler sırasında farklı stratejiler kullanma ve doğru sunuca ulaşabilme durumları dikkate alınmıştır. Örneğin; öğrencilerin, yapılarıdaki birimleri oluşturmaya başlamaları, ancak hala birimleri düzenli bir şekilde yapılandıramamaları, onların 1. düzeyde olduklarını göstermektedir. Bu düzeyde öğrencilerin; 16 birim kareden oluşan kare şeklindeki bir alanı oluştururken birinci satıra 3, ikinci satıra 4, üç ve dördüncü satıra 3 birim kare dizmek gibi hatalar yaptıkları görülmektedir. Bir yapının arkasındaki küp sayısını, önündekine bakarak belirleyebilmesi ise bir öğrencinin düzey 3'te olduğunu göstermektedir. Düzeyler ilerledikçe öğrenciler, olabildiğince fazla birimi bir arada kullanarak yapılarıdaki birim sayısını belirleyebilmektedirler (alan için satır ve sütun, hacim için kat belirleme gibi). En son düzeyde ise öğrencilerden, yapılar ve onları oluşturan birimlerin sayıları arasındaki ilişkileri anlamaları, muhakeme yaparak genellemelere ulaşmaları beklenmektedir.

Yolcu ve Kurtuluş (2010), 6. sınıf öğrencilerinin, somut yapılarla oynadıklarında yapıların görünmeyen yüzlerinde de birim küplerin olduğunu fark ettiklerini gözlemişlerdir. Buna rağmen, öğrenciler, bu yapıların farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü kâğıt üzerine çizerken güçlük yaşamışlar, çizimlerinde genellikle istenilen yüzün dışındaki yüzlerin de görünümüne yer vermişlerdir.

Yapılan araştırmalar, farklı yaşlarda bulunan öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme biçimleri hakkında fikir vermektedir. Bununla birlikte, araştırmaların, küçük çocuklardaki geometrik düşünme ile ilgili farklı sonuçları da ortaya koyduğu söylenebilir. Beş yaşındaki bir çocuğun, iki boyut ile üç boyut arasındaki farkı gözeterek çizim yapabildiğini (Wolf, 1988) belirten araştırmalar olduğu gibi ancak sekiz buçuk-dokuz yaşlarında çocukların perspektif kurallarına göre resme bakmadan çizim yapabildiklerini savunan araştırmalar da bulunmaktadır (Murph ve Wood,1981). Bunların yanında, öğrencilerin, üç boyut kavramını yeterince doğru algılayabilmelerinin, 9-10 yaşlarında

gerçekleştirdiğini ve bir üç boyutlu nesneyi perspektiften tam olarak doğru bir şekilde ancak 15 yaşlarında çizebildiklerini (Mitchellmore, 1980) ve 6. sınıfta bile bir yapının farklı açılardan görünümünün tam olarak çizilemediğini (Kurtuluş ve Yolcu, 2010) savunan araştırmalar da bulunmaktadır.

Bu durumda, ilkökul düzeyindeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşüncelerinin üst düzeyde olması beklenmeyebilir; ancak araştırma sonuçları, aynı zamanda, ilkökul düzeyinde üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili önemli adımların atıldığını göstermektedir. 3. sınıf öğrencilerinin eş küplerden oluşan yapıları sayarken kendi stratejilerini kullanmaları (Battista ve Clements, 1996), altı yaşındaki çocukların, çizimlerdeki kullandıkları renklerle bir daireyle küreyi ayırabilmeleri (Wolf, 1981), 7-9 yaşlarında, çocukların üç boyutlu nesnelere açılımını zihinlerinde canlandırmaya başlamaları (Piaget ve Inhelder, 1967) bu görüşü destekler niteliktedir. Bu nedenle üç boyutta düşünmenin gelişimi açısından ilkökul döneminin, kritik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Araştırmaların, çocukların üç boyutta geometrik düşüncelerinin farklı bileşenleri hakkında bilgiler verdiği; ancak üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerini bir arada kullanamadığı görülmektedir. Bir araştırmada, eş küplerden oluşan yapılar ele alınırken birinde üç boyutlu nesnelere farklı temsilleri yorumlatılmış, bir diğerinde öğrencilerden üç boyutlu nesnelere çizimle temsil etmeleri beklenmiştir. Ayrıca, 1-4. sınıf düzeyindeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme becerileri hakkında pek fazla araştırmanın yapılmadığı ve öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşünme durumlarının tüm bileşenlerle birlikte, sınıf düzeylerine göre incelenmediği söylenebilir. Pittalis ve Christou (2010)'nın, 5-9. sınıf düzeyleri ile yaptıkları çalışma, üç boyutta geometrik düşünmenin çalışmada tanımlanan birçok bileşenine bir arada yer vermesi bakımından önemli bulunmaktadır, ancak ilkökul düzeyindeki çocuklarla yapılan, birbirleriyle ilişkili oldukları düşünülen üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerin bir arada yer verildiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Oysaki dışsal materyaller dünyası, uzamsal ilişkiler ve iletişim bileşenlerinin etkileşimi ile gerçekleşen (Yeh ve Nason, 2004) üç boyutlu nesnelere farklı temsillerini kullanma, üç boyutlu nesnelere tanıma, üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirleme, geometrik nesnelere özelliklerini anlama, nesnelere oluşan yapıları tanıma, alan ve hacim ölçümü yapma, üç boyut iki boyut ilişkisini kurma işlemlerinin birlikte ele alınmasının, ilkökul öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında daha detaylı bilgi vereceği düşünülmektedir. Bu durumun, ayrıca üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin, birbirleriyle ilişkilerini ortaya koymak açısından da yararlı olacağı düşünülmektedir.

Üç boyutta geometrik düşünmenin birçok bileşenlerinin bir arada ele alınması, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme becerilerinin, hangi temsiller yoluyla ölçüleceği konusunu gündeme getirmektedir. Üç boyut geometrisi üzerinde çalışırken, gerçek fiziksel nesnelere, bilgisayar ortamındaki nesnelere ve kâğıt üzerindeki nesnelere kullanılabilir. Sınıfta yapılan günlük matematik etkinliklerinde genellikle; somut modeller, çizimler, şekiller, diyagramlar ve bilgisayar ortamındaki temsiller tercih edilmektedir (Gutierrez, 1997). Somut materyallerin, öğrencilerin soyut matematiksel düşünme becerilerinin gelişimi için en başta kullanılması gereken modeller olduğu (Erbaş vd, 2014; Clements, 2016); ancak 5 yaşından sonra, öğrenciler için somut modellerin şaşırtıcı bir şekilde çok büyük etkilerinin olmadığı, bu yaştan itibaren çizim ve semboller gibi temsillerin kullanılmasının önemli olduğu belirtilmektedir (Sarama ve Clements, 2016). Bunun yanında, okul programları incelendiğinde, son yıllarda teknolojinin de daha fazla kullanılmasına özendirildiği görülmekte ve bilgisayar ortamında yapılan etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarda vurgulanmaktadır (Altun, 2011; Olkun ve Altun, 2003; Yeh ve Nason, 2004; Erdoğan, Özdemir Erdoğan, Galan ve Güler, 2012). Bununla birlikte, diğerlerine göre daha fazla zihinden işlem yapmayı gerektiren kâğıt üzerindeki temsillerin, oldukça sık kullanılan temsiller olduğu da bilinmektedir. Kitaplarda üç boyutlu nesnelere yer verilebilmesi, ancak kâğıt üzerindeki iki boyutlu temsillerin kullanılması ile mümkündür (Gutierrez, 1992). Öğrencilerin üç boyut geometrisi hakkındaki durumlarını belirlemeye yönelik kullanılan değerlendirme araçlarında genellikle, kâğıt üzerindeki temsillere yer verilmektedir. Ayrıca bu temsiller, öğrencilerin nesnelere öğrenirken zihinsel işlemler geliştirebilmeleri açısından önemlidir (Sarama ve Clements, 2016).

Oldukça sık kullanılan, öğrenciler için en karmaşık temsil olan ve önemli zihinsel işlemler gerektiren çizim temsillerinin anlaşılmasının, üç boyutta geometrik düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin geometrik düşünme durumlarının belirlenmesi için önemli olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, ilkökul 1-4. sınıf öğrencileri için hazırlanmış, çizim temsillerinin kullanıldığı üç boyutta geometrik düşünme testine rastlanmamıştır. Böyle bir testin, öğrencilerin sürekli kullandıkları çizim temsilleri üzerinden üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemek ve üç boyutta geometrik düşünme durumlarının, sınıf düzeylerine göre gelişimini incelemek açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, ilkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin; üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemek amacıyla kâğıt üzerinde bir üç boyutta geometrik düşünme testi geliştirmek ve öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünmelerinin sınıf düzeylerine göre değişimini incelemek amaçlanmıştır. Bu temel amaca dayalı olarak araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünmelerini belirlemek amacıyla geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin nitelikleri (geçerlik, güvenirlik ve madde analiz sonuçları) nelerdir?
2. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
 - 2.1. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme ve üç boyutlu nesnelere özelliklerine göre karşılaştırma bileşenine ilişkin puanları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
 - 2.2. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu nesnelere tanıma bileşenine ilişkin puanları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
 - 2.3. 1-4. sınıf öğrencilerinin iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ilişkin puanları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
 - 2.4. 1-4. sınıf öğrencilerinin eş nesnelere oluşan üç boyutlu nesnelere tanıma bileşenine ilişkin puanları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
 - 2.5. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine ilişkin puanları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
3. 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

1.5. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, ilkokul 1-4. sınıf öğrencileri için üç boyutta geometrik düşünme testinin geliştirildiği ilk çalışma olması açısından önemlidir.

- Geliştirilen bu testin, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri dikkate alınarak hazırlanmış olması, çalışmanın, ilkokul öğrencilerinin, üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir.
- Geliştirilen test, bir kâğıt-kalem testi olması nedeniyle, üç boyutlu nesnelerin kâğıt üzerindeki temsillerini barındırmaktadır. Kâğıt üzerindeki temsiller; öğrencilerin üç boyut geometrisi çalışırken kullanmakta en fazla güçlük yaşadıkları temsiller olmasının yanında, öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının değerlendirilmesinde, okullarda, en fazla tercih edilen temsillerdir. Bu nedenle, testin kâğıt-kalem testi olmasının, öğrencilerin düzlem üzerindeki temsiller aracılığıyla üç boyutta geometrik düşünme durumlarının belirlenmesi açısından önemli bulunmaktadır.

Bu araştırmada, geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testini kullanarak farklı sınıf düzeylerindeki ilkokul öğrencilerinin geometrik düşünme durumlarının karşılaştırılması, sınıf düzeyine göre üç boyutta geometrik düşünme durumunun nasıl değiştiği hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir.

- Sınıf düzeyi ile üç boyutta geometrik düşünme durumları arasındaki ilişkinin belirlenmesinin, ilkokul öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünmelerinin gelişimi ve üç boyut geometrisi konusunda yapılacak öğretim için önemli ipuçları sunacağı düşünülmektedir.
- Geometrik düşünmenin her bir bileşeninin sınıf düzeylerine göre gelişiminin incelenmesi, sınıf düzeylerine göre gelişen becerilerin belirlenmesi ve dolayısıyla üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili etkinliklerin sınıf düzeylerine uygun olacak şekilde belirlenmesi açısından önemlidir.

Araştırmanın bir diğer önemi de üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamasıdır.

- Farklı beceriler gerektiren geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinin, bu bileşenlerin nasıl geliştiği hakkında bilgi vereceği düşünülmektedir.
- Bileşenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, birkaç bileşeni bir arada bulunduran etkinliklerin yapılandırılması için önemli bulunmaktadır.

Bu özelliklerinden dolayı, araştırmanın, hem ilkököl 1-4 sınıf düzeydeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında hem de ilkököl düzeyi ve sonraki sınıf düzeylerinde üç boyut geometrisi konusunda yapılacak öğretim için önemli ipuçları sunacağı düşünülmektedir. İlkoköl öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının belirlenmesine yönelik araştırmaların yetersiz olması nedeniyle, araştırmanın, alinyazındaki bu boşluğu doldurmaya yönelik önemli katkılarının olacağı düşünülmektedir.

1.6. Sayıtlar

1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin kapsam geçerliği için uzman görüşü yeterlidir.
2. Öğrenciler, Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinde gerçek bilgilerini samimi olarak yansıtmışlardır.
3. Araştırma sürecinde öğrencilerin testi yanıtlamaya ilişkin ilgilerinin eşit düzeyde olduğu varsayılmıştır.

1.7. Sınırlılıklar

1. Bu araştırma, geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin, Ankara'daki orta sosyoekonomik düzeydeki devlet okullarında uygulanması ile sınırlıdır.
2. Araştırmadaki veriler, geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinden elde edilen verilerle sınırlıdır.
3. Araştırma, veri toplama aracı bakımından, Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testindeki; üç boyutlu nesnelere tanıma, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma ve üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama olmak üzere üç boyutta geometrik düşünmenin beş bileşeni ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi (3BGT): 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını ölçmeye yönelik geliştirilen testtir.
2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Durumu: Öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine yönelik görevleri yerine getirebilme durumlarıdır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama aracı, veri toplama aracının geliştirilmesi süreci, uygulama süreci ve verilerin analizleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Modeli

İlkokul 1, 2, 3, ve 4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarını belirlemeye yönelik bir test geliştirmeyi ve bu testi kullanarak öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının sınıf düzeylerine göre incelenmesini amaçlayan bu çalışmada, nicel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmada nicel araştırma deseninin kullanılmasının nedeni, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumları hakkında genel sonuçlar elde edilmesinin, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının karşılaştırılmasının ve üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkilerin incelenmesinin amaçlanmasıdır. Başka bir ifadeyle, nicel araştırma deseninin; genelleştirilebilir sonuçlar üretilmesine, farklı gruplar arasında karşılaştırma yapılmasına, bir yapıdaki ilişkilerin incelenmesine olanak sağlaması (Büyüköztürk vd., 2010; Creswell, 2002), araştırma deseninin belirlenmesindeki etkenlerdir.

Öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının olabildiğince doğru bir şekilde, hiçbir değiştirme çabası olmadan belirlenmesi amaçlandığından, araştırma, tarama modelinde betimsel bir çalışmadır (Karasar, 2009 ; Büyüköztürk vd., 2010).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, test geliştirme sürecindeki çalışma grubu ve geliştirilen testin uygulanması sürecindeki çalışma grubu olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

2.2.1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin geliştirilmesi sürecindeki çalışma grubu

Araştırmanın test geliştirme sürecindeki ilk uygulaması, Ankara ilindeki bir devlet ilkokulunda, 2014-2015 eğitim öğretim yılının bahar döneminin sonunda gerçekleşmiştir. Araştırmaya, 1- 4. sınıf düzeylerinden toplam 384 öğrencileri katılmıştır. Çalışma grubunun sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. *Birinci Uygulamada Çalışma Grubunun Sınıflara Göre Dağılımı*

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı
1. Sınıf	92
2. Sınıf	106
3. Sınıf	94
4. Sınıf	92
Toplam	384

Tablo 2.1.'de görüldüğü gibi yapılan ilk uygulamadaki çalışma grubunu; 1. sınıftan 92, 2. sınıftan 106, 3. sınıftan 94 ve 4. sınıftan 92 öğrenci oluşturmaktadır. Testin dönem sonunda uygulanmasının nedeni, 1. sınıf öğrencilerinin büyük bölümünün okuma-yazmayı öğrenmiş olmaları ve çalışma grubundaki öğrencilerin, matematik öğretim programındaki üç boyut geometrisi ile ilgili tüm konuları işlemiş olmalarıdır.

Araştırmanın test geliştirme sürecindeki ikinci uygulaması, Ankara ilinde, biri ilkokul, diğeri ortaokul olan iki devlet okulunda, 2015-2016 eğitim öğretim yılının güz döneminin başında (Ekim ayında) yapılmıştır. Çalışmaya 2, 3, 4 ve 5. sınıf düzeylerinden toplam 120 öğrenci katılmıştır. Çalışma grubunun sınıflara göre dağılımı Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. *İkinci Uygulamada Çalışma Grubunun Sınıflara Göre Dağılımı*

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı
2. sınıf	26
3. sınıf	37
4. sınıf	31
5. sınıf	26
Toplam	120

Test geliştirme sürecindeki ikinci uygulamaya; 2, 3, 4 ve 5. sınıf düzeylerinden sırasıyla 26, 37, 31 ve 26 öğrencinin katıldığı Tablo 2.2.'de görülmektedir. Çalışma grubunun 2.-5. sınıf düzeylerinden seçilmesinin nedeni, dönemin başında olan bu grubun, eğitim-öğretim yılını tamamlamış olan ilkokul 1-4 sınıf düzeylerindeki öğrencileri yansıtabileceğinin düşünülmesidir.

2.2.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinin uygulanması sürecindeki çalışma grubu

Araştırmada geliştirilen Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi, Ankara ilinde bulunan üçü ilkokul, üçü ortaokul olmak üzere, orta sosyoekonomik düzeydeki altı devlet okulunda uygulanmıştır. Çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde okuyan 2.-5. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma grubunun sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Çalışma Grubunun Sınıf Düzeylerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Cinsiyet		
	Kız	Erkek	Toplam
2. sınıf	63	65	128
3. sınıf	62	61	123
4. sınıf	61	69	130
5. sınıf	56	83	139
Toplam	242	278	520

Tablo 2.3.'te görüldüğü gibi araştırmaya; 2. sınıf düzeyinden 128, 3. sınıf düzeyinden 123, 4. sınıf düzeyinden 130 ve 5. sınıf düzeyinden 139 olmak üzere toplam 520 öğrenci katılmıştır. Bu çalışma grubunun, % 46.5'ini (242) kız, %53.5'ini (278) erkek öğrenciler oluşturmaktadır.

Araştırmanın uygulaması, eğitim-öğretim yılının ilk döneminin başlarında (Ekim-Kasım aylarında) gerçekleşmiştir. Bunun nedenlerinden biri, seçilen grubun, eğitim-öğretim yılını tamamlamış olan ilkokul 1.-4. sınıf düzeylerindeki öğrencileri yansıtılabileceğinin düşünülmesidir. Bir diğer önemli neden, farklı sınıf düzeyindeki öğretim programlarında, üç boyut geometri konularına, öğretim yılı içinde farklı zamanlarda yer verilmesidir. Böylece, dönemin başında eş zamanlı yapılan uygulama ile öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının, sınıf düzeylerine göre nasıl farklılaştığını en doğru şekilde incelemek amaçlanmıştır.

Uygulamanın yapıldığı ortaokullar, seçilen üç ilkokuldan mezun olan öğrencilerin büyük çoğunluğunun gittiği ortaokullar öğrenilerek belirlenmiştir. Böylece, çalışma grubunun benzer sosyoekonomik düzeyde olması sağlanmış, aynı civarda bulunan okullarda yapılan uygulamanın eş zamanlı olması kolaylaşmıştır.

Araştırma, seçilen okullardaki gönüllü öğretmenlerin sınıflarında ve uygulama sırasında sınıfta bulunan tüm öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Rehberlik Araştırma Merkezi tarafından tanısı konulan ve kaynaştırma programı uygulanan öğrencilerin verileri uygulamadan hemen sonra ihmal edilmek üzere uygulamaya dâhil edilmiştir.

2.3. Veri Toplama Aracı: Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi (3BGT)

Bu başlık altında, 3BGT'nin amacına, testte temel alınan bileşenlere ve bu bileşenlere yönelik hazırlanan sorulara ve testin puanlanmasına yer verilmiştir.

2.3.1. 3BGT'nin amacı

Araştırmada, geliştirilen 3BGT, ilkokul 1-4 sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Testte, üç boyutta geometrik düşünme bileşenlerinden beşine yer verilmesi ve sadece çizim temsilinin kullanılması nedeniyle testin, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının değerini kesin olarak belirleme gibi bir amacı yoktur. Bir kâğıt-kalem testi olan 3BGT ile ilkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin, üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında, belirlenen bileşenler kapsamında, fikir sahibi olmak amaçlanmıştır.

2.3.2. 3BGT'de temel alınan bileşenler ve bu bileşenlere yönelik hazırlanan sorular

Çizimleri, araştırmacı tarafından Google SketchUp, MS Word ve Paint programları kullanılarak yapılan 3BGT, üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili 22 sorudan oluşmaktadır. Alt maddelerle birlikte, testte toplam 45 soru bulunmaktadır (EK-1). Testteki soruların üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine göre dağılımı Tablo 2.4.'te verilmiştir.

Tablo 2.4. *3BGT'deki Soruların Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı*

Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri	Sorular
Üç boyutlu nesnelere tanıma	1, 2, 5, 6
Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme- karşılaştırma	7(a-b-c), 8(a-b-c), 9(a-b-c), 10(a-b-c), 11(a-b), 16, 20(a-b-c)
İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma	3, 4, 12,17
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	14(a-b),18(a-b-c-d-e),19
Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama	13(a-b-c-d), 15(a-b-c), 21(a-b), 22(a-b)

Tablo 2.4. incelendiğinde, testte, üç boyutlu geometrik nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili dört, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili yedi, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili dört, eş nesnelere oluşan yapıları tanıma bileşeniyle ilgili üç, üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle

ilgili dört sorunun yer aldığı görülmektedir. Soruların alt maddeleri de dikkate alındığında, bu bileşenlerle ilgili, toplamda, sırasıyla; 4, 18, 4, 8 ve 11 soru bulunmaktadır.

Üç boyutlu geometrik nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili çoktan seçmeli olan 1. ve 2. soruda, bir üç boyutlu nesnenin benzerinin farklı üç boyutlu nesnelere arasından seçilmesi istenmektedir. 5 ve 6. sorularda ise bir grup iki ve üç boyutlu nesne çizimlerinin, iki boyutlu ve üç boyutlu nesnelere ait olma durumlarına göre iki gruba ayrılması beklenmektedir.

Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili, açık uçlu olan 7-11. sorularda, öğrencilerden verilen nesnelere özelliklerini fark etmeleri ve verilen boşluklara doğru sayıyı yazmaları beklenmektedir. Aynı bileşenle ilgili, çoktan seçmeli 16. soruda, üçgen yüzü bulunan nesnelere işaretlenmesi gerekirken çoktan seçmeli alt maddelerden oluşan 20. soruda, öğrencilerin, farklı özelliklerdeki üç nesneyi karşılaştırmaları ve doğru ifadenin yer aldığı seçeneği işaretlemeleri gerekmektedir.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili olan çoktan seçmeli 3. ve 4. sorularda; verilen bir üç boyutlu nesnenin açılımı sorulurken 17. soruda, öğrencilerden verilen bir silindirin çizimini inceleyerek silindirin hangi parçalardan oluştuğunu bulmaları istenmektedir. Açık uçlu olan 12. soru ise eksik çizilmiş bir üçgen prizma açılımının tamamlanmasını gerektirmektedir.

Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili olan, iki alt maddesi bulunan açık uçlu 14. soruda, verilen yapılarıdaki küp sayılarının yazılması beklenmektedir. Çoktan seçmeli olan 18. ve 19. sorularda sırasıyla; küplerden oluşan bir yapının farklı yönlerden iki boyutlu görünüşleri ve küplerden oluşan bir yapının farklı açıdan görünümü sorulmaktadır.

Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili olan açık uçlu 13. soruda, hacim hesaplamaya yönelik dört alt soru yer almakta ve öğrencilerden verilen boş kutuları doldurmak için kaç tane küp kullanmalarının gerektiğini yazmaları istenmektedir. Üç alt sorudan oluşan açık uçlu 15. soruda ise öğrencilerden, eş küplerden oluşan yapıların, birim karelerle kaplanması yoluyla, alanlarını hesaplamaları beklenmektedir. Çoktan seçmeli iki alt sorudan oluşan 21. soru, verilen üç farklı nesnenin hacimlerinin, 22. soru ise verilen üç farklı nesnenin alanlarının karşılaştırılmasını gerektirmektedir.

3BGT'deki soruların üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine göre düzensiz bir şekilde dağıldığı söylenebilir. Soruların sıralaması belirlenirken aynı soru türlerinin (çoktan seçmeli/açık uçlu) bir arada olmasına, ekonomiklik açısından renkli soruların aynı sayfada bulunmasına ve soruların güçlük düzeylerine dikkat edilmiştir. Dolayısıyla

tüm bu değişkenlere birlikte dikkat edildiğinden, soruların tek bir özel duruma bağlı olarak sıralanması mümkün olmamıştır.

Soru türleri açısından incelendiğinde, 3BGT, 26 açık uçlu ve 19 seçme gerektiren sorulardan oluşan karma bir testtir. Karma testlerin, özellikle son yıllarda, şans başarısının etkisini azaltarak öğrencilerin gerçek başarılarını belirlemede etkili olan geçerli ve güvenilir testler geliştirmede önemli olduğu vurgulanmaktadır (Arık, vd., 2014). Testte kullanılan açık uçlu sorular (5, 6, 7a, 7b, 7c, 8a, 8b, 8c, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 12, 13a, 13b, 13c, 13d, 14a, 14b, 15a, 15b, 15c) yanıtı sınırlı olan sorulardır. Öğrencilerin tek bir sözcük, ifade ya da sembolle yanıtladıkları veya verilen boşlukları tamamladıkları sorular, yanıtı sınırlı açık uçlu sorular olarak tanımlanmaktadır (Nitko, 2004; Arık, vd., 2014)

Seçme gerektiren soruların; hızlı bir şekilde uygulanıp puanlanabilmesi, dolayısıyla önemli olduğu düşünülen kritik becerilerin testte yer almasına olanak sağlaması (Arık vd., 2014) nedeniyle testteki 19 soru bu formatta hazırlanmıştır. Testteki seçme gerektiren sorulardan 10'u (1, 2, 3, 4, 18a, 18b, 18c, 18d, 18e, 19), öğrencilerin verilen dört seçenektan birini, yedisi (20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 22a, 22b) ise verilen üç seçenektan birini işaretlemelerini gerektiren sorulardır. Seçenek sayıları belirlenirken ölçülmesi istenilen beceriler dikkate alınmış ve sorunun güçlük düzeyi ile sınıf düzeyine uygunluğu, verilen kararlarda etkili olmuştur. Geriye kalan iki sorudan birinde (16), öğrencilerin, kendilerine verilen dört seçenektan ikisini işaretlemeleri, diğerinde (17) ise verilen altı seçenektan üçünü işaretlemeleri gerekmektedir. Her iki soruda da amaçlardan biri şans başarısını düşürmektir. 17. sorunun doğru yanıtlanması için mutlaka üç seçeneğin birden işaretlenmesi gerekmektedir. Pittalis ve Christou (2010)'un çalışmalarından uyarlanan bu sorudaki toplam seçenek sayısı değiştirilmemiş, var olan altı seçeneğin öğrencilerin şans başarılarını düşürmede etkili olacağı düşünülmüştür.

2.3.3. 3BGT'nin uygulanması ve puanlanması

Geliştirilen 3BGT'nin ilkokul 1-4. sınıf öğrencilerine uygulanması amaçlandığından testin yönergesinin öğrenciler için açık ve anlaşılır olması gerekmektedir. Öğrencilerin yaş grubu dikkate alındığında, yönergenin, uygulayıcı tarafından açıklanmasının daha uygun olacağına karar verilmiş, bu nedenle, uygulayıcı için bir yönerge hazırlanmıştır (Ek-2).

Maksimum yanıtlanma süresi 50 dakika olan ve doğru-yanlış (1-0) şeklinde puanlanan testten alınabilecek en yüksek puan 45'tir. Seçme gerektiren sorulardan 1 (tam) puan alınabilmesi için beklenen seçenek/seçeneklerin işaretlenmesi ve yalnızca bu seçenek/seçeneklerin işaretli olması gerekmektedir. Açık uçlu sorulardan 1 puan

alınması içinse sorularda beklenenlerin eksiksiz yazılması/çizilmesi gerekmektedir. Testten alınabilecek en yüksek puanın üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine göre dağılımı Tablo 2.5.'te verilmiştir.

Tablo 2.5. 3BGT'den Alınabilecek En Yüksek Puanın Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı

Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri	Puan
Üç boyutlu nesnelere tanıma	4
Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme- karşılaştırma	18
İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma	4
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	8
Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama	11
Toplam	45

Tablo 2.5. incelendiğinde, testteki tüm soruları doğru yanıtlayan bir öğrencinin; üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeninden dört, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme- karşılaştırma bileşeninden 18, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden dört, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeninden sekiz ve üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama bileşeninden 11 puan alacağı anlaşılmaktadır. Böylece, testteki tüm soruları doğru yanıtlayan öğrenci, testten toplam 45 puan alacaktır.

2.3.4. 3BGT'nin geçerlik ve güvenilirliği

İyi bir ölçme aracında aranan temel niteliklerden ikisi geçerlik ve güvenirliliktir. Ölçme aracının geçerliliği, bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru ölçtüğüyle ilgilidir (Büyüköztürk, 2007; Şencan, 2005). Farklı zaman dilimlerinde benzer sonuçlar vermesi ise ölçme aracının güvenilir olduğunu göstermektedir (Crocker & Algina, 1986). Bu bölümde 3BGT'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları anlatılmaktadır.

2.3.4.1. 3BGT'nin geçerlik çalışması

3BGT'nin kapsam geçerliğinin sağlanması için Lawshe tarafından belirlenen aşağıdaki altı adım izlenmiştir (Lawshe, 1975'ten aktaran Yurdugül, 2005, s.2).

- Alan uzmanlar grubunun oluşturulması
- Aday ölçek formlarının hazırlanması
- Uzman görüşlerinin elde edilmesi
- Maddelere ilişkin kapsam geçerlik oranlarının elde edilmesi
- Ölçeğe ilişkin kapsam geçerlik indekslerinin elde edilmesi

f. Kapsam geçerlik oranları/indeksi ölçütlerine göre nihai formun oluşturulması

Alan uzmanlar grubunun oluşturulması için sekizi matematik eğitimi uzmanı, biri sınıf öğretmeni, ikisi ilköğretim matematik öğretmeni ve ikisi ölçme değerlendirme uzmanı olmak üzere toplam 13 uzman belirlenmiştir. Araştırmanın test geliştirme sürecinde her uygulama için uzman görüş formu hazırlanmıştır. Ayrıca test için hazırlanan formlardan biri örnek olarak Ek-3'te verilmiştir. Uzman görüş formlarıyla birlikte, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin tanımları ve 3BGT uzmanlara sunulmuştur. Uzman görüş formunda, uzmanlardan, test maddelerinin belirlenen bileşene uygunluğunu, uygun-değiştirilebilir-uygun değil seçeneklerinden birini işaretleyerek belirlemeleri istenmiştir. Ayrıca, maddelerin düzeltilmesi, sınıf düzeyine uygunluğu, açıklığı, anlaşılabilirliği, çizimlerinin uygunluğu ile ilgili görüşlerin de formdaki açıklama bölümüne yazılması beklenmiştir. Uzmanlar, bu bölümle ilgili görüşlerini, genellikle, testin üzerindeki çizimlerde değişiklikler yaparak ve araştırmacıyla bire bir tartışarak belirtmeyi tercih etmişlerdir.

Uzman görüşleri alındıktan sonra, maddelere ilişkin kapsam geçerlilik oranlarını elde etmek için her bir madde için "uygun" yanıtını veren uzman sayısının, toplam uzman sayısına oranının bir eksiği hesaplanmıştır. Elde edilen kapsam geçerlilik oranlarının istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek için Veneziano ve Hooper (1997) tarafından oluşturulan .05 anlamlılık düzeyindeki minimum değerler dikkate alınmıştır. 13 uzman için belirlenen minimum değer 0,54 olduğundan, kapsam geçerlik oranı 0,54'ten büyük olan maddeler testte kullanılmıştır. Daha sonra hem testin hem de bileşenlerin kapsam geçerlik indeksleri hesaplanmıştır. Bunun için elde edilen kapsam geçerlik oranlarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Hesaplanan kapsam geçerlik indeksleri, 13 uzman için belirlenen 0.54 değerinden büyük olduğu için geliştirilen 3BGT'nin ve bileşenlerinin kapsam geçerliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu işlemlerin ardından, uzmanların testteki çizim ve ifadelerle ilgili görüşleri de dikkate alınarak testin son hali elde edilmiştir.

2.3.4.2. 3BGT'nin güvenilirlik çalışması

Araştırmada geliştirilen 3BGT'ndeki sorular, doğru/yanlış (1-0) biçiminde puanlandığından testin güvenilirliğini hesaplamada KR-20 güvenilirlik katsayısı kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). KR-20 güvenilirlik katsayısı; 384 kişi ile yapılan ilk ölçümde 0,88 ve 120 kişi ile yapılan ikinci ölçümde yine 0,88 olarak bulunan testin, güvenilir olduğu söylenebilir.

Araştırmanın test geliştirme sürecindeki ikinci uygulamasından sonra testte bazı değişiklikler yapıldığı için testin uygulaması sürecinde, 268 öğrenciden veri toplandıktan sonra güvenilirlik analizi tekrar yapılmıştır. Yapılan bu son ölçümde ise 3BGT'nin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.87 hesaplanmıştır. Test maddelerinin güvenilirlik katsayıları; 0,86 ile 0,87 arasında değişmektedir. Ayrıca, 3BGT'deki üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine ilişkin güvenilirlik katsayıları hesaplanmış; güvenilirlik katsayısı, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeni için 0,67, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeni için 0,78, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni için 0,65, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni için 0,71 ve üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama bileşeni için 0,72 bulunmuştur.

Ölçme sonuçlarının güvenilirliğinin değerlendirilmesinde, ayrıca, ölçmenin standart hatası hesaplanmış ve $SH_{\sigma} = 2,88$ bulunmuştur. Bu durumda, güvenilirlik katsayısı 0,87 olan 3BGT'den 40 puan alan bir öğrencinin, gerçek test puanının, %68 olasılıkla 37 ile 43, %95 olasılıkla 34 ile 46, %99 olasılıkla 31 ile 49 puan arasında olduğu söylenebilir (Büyüköztürk vd., 2010).

2.4. 3BGT'nin Geliştirilmesi Süreci

Test geliştirme sürecinde, Baykul (2000) tarafından belirlenen adımlar izlenmiş, 3BGT'yi geliştirmek için sırasıyla; testin hangi amaçla kullanılacağını belirlenmesi, testte ölçülecek niteliklerin saptanması, maddelerin yazılması, maddelerin gözden geçirilmesi, taslak formun oluşturulması, taslak formun uygulanması, puanlama, madde analizleri ve madde seçiminin yapılması, testin son halinin oluşturulması ve istatistiklerin kestirilmesi adımları izlenmiştir.

Bu bölümde; ilkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemek amacıyla kullanılacak olan 3BGT'nin geliştirilmesi sürecindeki; testte ölçülecek niteliklerin saptanması, maddelerin yazılması, maddelerin gözden geçirilmesi, taslak formun oluşturulması, taslak formun uygulanması ve testteki maddelerin analizler için hazır hale getirilmesi adımları anlatılmıştır. Test geliştirme sürecinde iki uygulama yapıldığından bu adımlar, her iki uygulama için ayrı ayrı açıklanmıştır. Madde analizleri ve madde seçiminin yapılması, testin son halinin oluşturulması ve istatistiklerin kestirilmesi adımlarına araştırmanın "Bulgular" bölümünde yer verilmiştir.

2.4.1. Birinci uygulama

Bu başlık altında, ölçülecek niteliklerin saptanması sonucunda testin ilk taslak formunun oluşturulması, testin uygulanması ve uygulama sonucunda elde edilen verilerin analizler için hazır hale getirilmesi adımları anlatılmaktadır.

2.4.1.1. 3BGT'nin ilk taslak formunun geliştirilmesi

İlkokul 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemek için geliştirilen 3BGT'nin ilk taslak formu, alanyazın taraması ve 2014-2015 öğretim yılında okutulan 1-5. sınıf matematik öğretim programlarının, ilgili konu açısından detaylı incelenmesi sonucunda hazırlanmıştır.

Bir kâğıt-kalem testi olan 3BGT'nin geliştirilmesi sürecinde, öncelikle, alanyazındaki üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri ile ilgili yapılan sınıflandırmalar incelenmiştir (Gutierrez,1992; NCTM; 2000; Pittalis ve Christou, 2010). NCTM(2000), çocukların üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili becerilerini, 2. sınıfa kadar olan beceriler ve 3-5. sınıflar arasındaki beceriler olmak üzere iki ayrı bölümde incelemiştir. Çocukların 2. sınıfa kadar, iki ve üç boyutlu nesnelere fark etme, adlandırma, inşa etme, çizme ve karşılaştırma; iki ve üç boyutlu nesnelere özelliklerini ve parçalarını betimleme; iki ve üç boyutlu nesnelere bir araya getirilmesi ve bir arada olan nesnelere ayrılması sonucunda oluşan durumları araştırma ve tahmin etme; nesnelere uzaydaki konumlarını "yanında" gibi ifadeler kullanarak açıklama; uzamsal belleği kullanarak geometrik şekillerin görüntülerini zihinde oluşturma; geometrik şekillerin farklı açılardan görünümünü tanıma ve geometrik şekilleri ve yapıları fark etme becerilerine sahip olmalarının gerektiğini belirtmiştir (NCTM, 2000). Öğrencilerin, 3-5. sınıf düzeylerinde ise iki ve üç boyutlu nesnelere özelliklerini belirleme, karşılaştırma ve analiz etme ve bu durumları sözel olarak ifade etme; özelliklerini dikkate alarak iki ve üç boyutlu nesnelere sınıflandırma (üçgenler, piramitler gibi); şekillerin ayrıştırılması, birleştirilmesi ya da dönüştürülmesi sonucunda oluşan durumları açıklama; benzerlikleri keşfetme; geometrik özelliklerle ilgili tahminlerde bulunma, bu tahminleri test etme ve sonuçlar hakkında mantıklı argümanlar geliştirme; geometrik nesnelere görüntülerini zihinde oluşturma; geometrik nesnelere inşa etme ve çizme; iki boyutlu gösterimi verilmiş olan bir üç boyutlu nesneyi belirleme ve inşa etme; üç boyutlu gösterimi verilmiş olan bir iki boyutlu nesneyi belirleme ve inşa etme; sayma ve ölçme gibi eylemler için geometrik modelleri kullanma becerilerine sahip olmalarının gerektiği vurgulanmaktadır (NCTM, 2000).

Pittalis ve Christou (2010), araştırmalarında, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerini; üç boyutlu nesnelere farklı gösterimlerinin manipülasyonu, ilişkilerin fark edilmesi ve yapılandırılması, eş küplerden oluşan üç boyutlu yapıların anlaşılması, üç

boyutlu nesnelerin özelliklerinin fark edilmesi ve üç boyutlu nesnelerin karşılaştırılması, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerinin hesaplanması başlıkları altında açıklamışlardır.

Türkiye'deki, 2014-2015 eğitim-öğretim yılında ilkokul 1-4. sınıf ile ortaokul 5. sınıf matematik öğretim programları, üç boyutta geometrik düşünmeye yönelik yer verilen kazanımlar açısından incelendiğinde; öğrencilerden; 1-5. sınıflar arasında; uzamsal ilişkileri ifade etme, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini belirleme (köşe, ayrıt, yüz gibi); küp ve dikdörtgenler prizmasının, silindir ve koninin yüzey açınımlarını çizme ve yüzey açınımları verilen nesnelere oluşturma; izometrik kâğıttaki çizimleri eş küplerle oluşturma; geometrik nesnenin bir yüzünün alanını standart olmayan birimlerle ölçme, nesnenin hacmini standart olmayan bir birimle ölçme; aynı sayıdaki birim küpleri kullanarak farklı yapılar oluşturma becerilerini edinmelerinin beklendiği görülmektedir (MEB, 2013).

NCTM'nin belirlediği beceriler, bu becerileri dikkate alarak üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri tanımlayan Pittalis ve Christou (2010)'nun çalışmaları, 1-5. sınıf matematik öğretim programları ve alanyazındaki konuyla ilgili diğer çalışmalar, bu araştırmada üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin belirlenmesinde etkili olmuştur. Sonuç itibarıyla, araştırmada, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Üç boyutlu nesnelerin farklı temsillerini kullanma
2. Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme
3. Üç boyutlu nesnelere tanıma
4. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma
5. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma
6. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma
7. Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama

Geliştirilen test, kâğıt-kalem testi olduğundan, bu araştırmada çizim temsili kullanılmış ve dolayısıyla testte, üç boyutlu nesnelerin farklı temsillerini kullanma bileşenine yer verilmemiştir. Geriye kalan altı bileşeni temel alan 54 soruluk bir taslak test yaklaşık altı ay içerisinde oluşturulmuştur. Bu testteki çizimler, araştırmacı tarafından SketchUp, MS Word 2013 ve Paint programları kullanılarak yapılmıştır. Geliştirilen 54 soruluk ilk taslak test Ek-4'te verilmiştir.

Testin kapsam geçerliğini sağlamak amacı ile sekizi matematik eğitimi uzmanı, biri sınıf öğretmeni, ikisi ilköğretim matematik öğretmeni ve ikisi ölçme değerlendirme uzmanı olmak üzere toplamda 13 uzmandan görüş alınmıştır. Sorular, sınıf düzeyine uygunlukları, içerikleri ve geometrik düşünmenin bileşenlerine uygunlukları bakımından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, soruların, farklı güçlük düzeylerinde olup

olmadığı, ifadelerinin ve çizimlerinin öğrenciler için anlaşılır olup olmadığı ve ölçmesi hedeflenen davranışı ölçüp ölçemediği uzmanlar tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda teste son şekli verilmiş ve test uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan ilk taslak testteki soruların üç boyutta geometrik düşünmenin belirlenen bileşenlerine göre dağılımı Tablo 2.6.'da verilmiştir.

Tablo 2.6. İlk Taslak Testteki Soruların Üç boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı

Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri	Sorular
Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme	2 (a-b-c-d), 3 (a-b-c-d)
Üç boyutlu nesnelere tanıma	1 (a-b-c), 4, 5
Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma	8 (a-b-c), 9 (a-b-c), 10 (a-b-c), 11(a-b-c), 12, 21(a-b-c-d)
İki boyut-Üç boyut ilişkisini kurma	6, 7, 13, 14, 19
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	15, 16 (a-b-c), 20 (a-b-c-d)
Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama	17 (a-b-c-d), 18 (a-b-c), 22 (a-b-c-d)

Tablo 2.6'da görüldüğü gibi testte 22 soru bulunmaktadır. Bu soruların alt maddeleri ile birlikte test, toplamda 54 sorudan oluşmaktadır. Testte; üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili sekiz, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili beş, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili 17, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma ile ilgili beş, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili sekiz ve üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili 11 soru bulunmaktadır.

Testte, her bir bileşenle ilgili farklı sayıda soru bulunmasının nedeni, çalışma grubundan, her bir bileşene ilişkin beklenen becerilerin farklı olmasıdır. Örneğin; İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninin bir alt becerisi olan, üç boyutlu nesnenin iki boyutlu açılımının anlaşılması, bu nesneyi oluşturan tüm parçaların bilinmesinin yanında, bu parçaların konumlarının da bilinmesini gerektirmektedir. Yine üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeni için nesnelerin köşe, ayrıt, yüz sayılarının yanında, yüzlerinin isimleri bilmek de önemli bir alt beceridir. Dolayısıyla bir bileşenin içerdiği alt beceriler, o bileşene ilişkin soru sayısını doğrudan etkilemektedir.

Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeni ile ilgili 2 ve 3. sorularda eşleştirmeli alt maddeler kullanılmıştır. Sorularda, iki nesnenin birbirlerine göre farklı konumlarını içeren dört çizim sunulmuş ve bu çizimlerin verilen beş sözcük grubundan uygun olanlarla eşleştirilmesi beklenmiştir. Bu sorularda, sözcük grubu sayısı, çizim sayısından bir fazla yazılarak şans başarısını düşürmek hedeflenmiştir.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili olan 1. soruda, öğrencilerin üç boyutlu nesne çizimleri arasından birbirlerine benzeyenleri eşleştirmeleri beklenirken tek doğru yanıtı bulunan çoktan seçmeli 4. ve 5. sorularda, öğrencilerin iki boyutlu ve üç boyutlu nesne çizimlerini ayırt etmeleri beklenmektedir.

Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili olan 8, 9, 10, 11 ve 12. sorularda, öğrencilerin, verilen üç boyutlu nesne çizimlerinden o nesnelere özelliklerini fark etmeleri gerekmektedir. Açık uçlu olan bu sorularda, öğrencilerden verilen boşluklara doğru sayıyı yazmaları beklenmektedir. Üç boyutlu nesnelere özelliklerinin karıştırılmasını gerektiren ve doğru-yanlış alt maddelerden oluşan 21. soruda ise öğrencilerin, farklı özelliklerdeki üç nesneyi karşılaştırmaları ve verilen ifadelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar vermeleri gerekmektedir.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili olan 6. soruda, verilen parçaların, hangi üç boyutlu nesneye ait olduğu sorulurken 7. ve 13. sorularda, verilen bir üç boyutlu nesnenin açılımı, 14. sorularda ise verilen bir üç boyutlu nesnenin hangi parçalardan oluştuğu sorulmaktadır. Çoktan seçmeli olan 6, 7, 13, 14 sorulardan 13. sorunun doğru yanıtlanması için iki, 14. sorunun doğru yanıtlanması içinse üç seçeneğin işaretlenmesi gerekmektedir. Açılımı eksik çizilmiş bir üçgen prizmanın verildiği, açık uçlu 19. soruda ise öğrencilerden, eksik bırakılan bölümü çizerek tamamlamaları istenmektedir. Testteki 14. ve 19. sorular dışındaki tüm sorular, araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 14 ve 19. sorular, Pittalis ve Christou (2010) tarafından 5-9. sınıflara yönelik hazırlanan geometri testinden uyarlanmıştır. 5-9. sınıflara uygulanan soruların 1-4. sınıf düzeyi için seçilmesinin nedeni, ilköğretim matematik programında, 3. sınıf düzeyinden itibaren öğrencilerden üç boyutlu nesnelere açınımını fark etmelerinin beklenmesidir. Ayrıca, 2. sınıf programındaki “Küp, dikdörtgen, kare ve üçgen prizması modellerinin yüzleri ile silindir ve koni modellerinin düz yüzlerinin isimlerini belirtir.” kazanımı dikkate alındığında, çalışma grubundaki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarını belirlemek için bu soruların önemli ve gerekli olduğuna karar verilmiştir. Sorulardaki çizimler ve ifadeler, ölçülmesi istenen beceri ve beklenen yanıt aynı kalacak şekilde, uygulanacak sınıf düzeyleri dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir.

Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili, çoktan seçmeli olan 15. soruda, öğrencilerden, eş küplerden oluşan bir yapının farklı açılardan görünümünü fark etmeleri beklenmektedir. Bu sorunun doğru yanıtlanması için iki seçeneğin işaretlenmesi gerekmektedir. Aynı bileşenle ilgili, açık uçlu olan 16. soruda, eş küplerden oluşan üç farklı yapıdaki toplam küp sayısı sorulmaktadır. Çoktan seçmeli dört alt maddeden oluşan 20. soruda ise öğrencilerin eş küplerden oluşan bir yapının farklı yönlerden görünmelerinin iki boyutlu çizimlerini seçmeleri beklenmektedir.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili olan 17. soruda, hacim hesaplamaya yönelik dört alt madde yer almaktadır. İleride yapılacak hacim hesaplamaları için temel oluşturan becerilerin dikkate alındığı bu açık uçlu soruda, öğrencilerden verilen boş kutuları doldurmak için kaçar tane küp kullanmalarının gerektiğini yazmaları istenmektedir. Açık uçlu olan ve üç alt maddeden oluşan 18. soruda ise ileride yapılacak olan alan hesaplamalarına temel oluşturacak beceriler dikkate alınmıştır. Bu soruda, öğrencilerden, küplerden oluşan yapıların birim karelerle kaplanması yoluyla, eş küplerden oluşan yapıların yüzlerinin sayılarını hesaplamaları beklenmektedir. Aynı bileşene ait doğru-yanlış alt maddelerden oluşan 22. soru, hacimleri aynı, ancak dış yüzlerinin alanları farklı olan iki nesnenin, alan ve hacimleri açısından karşılaştırılmasını gerektirmektedir.

Açık uçlu, doğru-yanlış, çoktan seçmeli ve eşleştirmeli soruların bulunduğu bu karma testteki sorular, 1-0 şekilde puanlanmaktadır. Böylece, bu testteki tüm soruları doğru yanıtlayan bir öğrenci, 54 puan almaktadır. Testte; toplamda, 11 eşleştirmeli, 23 açık uçlu, 12 çoktan seçmeli ve sekiz doğru-yanlış soru bulunmaktadır. Açık uçlu sorulardan 1 puan alabilmeleri için öğrencilerin, sorularda isteneni eksiksiz bir şekilde yazması/çizmesi gerekmektedir. Doğru-yanlış ve çoktan seçmeli sorular için öğrencilerin, yalnızca istenilen seçenek/seçenekleri, doğru bir şekilde işaretlemiş olmaları beklenmektedir. Eşleştirmeli sorularda, eşleştirmelerin her biri birbirinden bağımsız olarak puanlandığından, öğrenciler, doğru yaptıkları her bir eşleştirme için 1 puan almaktadırlar.

2.4.1.2. 3BGT'nin ilk taslak formunun uygulanması

İlkokul 1-4. sınıf düzeylerinden toplam 384 öğrencinin katıldığı test geliştirme sürecinin ilk uygulaması, gönüllü olan öğretmenlerin kendi sınıflarında, o anda sınıfta bulunan tüm öğrencilerle yapılmıştır. Rehberlik Araştırma Merkezi tarafından tanısı koyulmuş olan öğrenciler de uygulamaya katılmış, ancak bu öğrencilerin verileri uygulamanın hemen arkasından ihmal edilmiştir.

Uygulamada, öğrencilere, öncelikle testin kısa bir tanıtımı yapılmıştır. Öğrencilere, testin, okuldaki matematik notlarını etkilemeyeceği, ancak yapılacak araştırma için oldukça önemli olduğu açıklanmıştır. Testteki soruların bazılarında bulunan kutucukların (örneğin 8. soru), açıklama amaçlı olduğu belirtilmiş, soruyu doğru yanıtlayabilmeleri için bu açıklamaları dikkatlice okumalarının gerektiği söylenmiştir. Ayrıca öğrenciler, ilk sayfada teste başlamadan önce doldurmaları gereken bölüm konusunda uyarılmıştır, Öğrencilerden, uygulama sırasında kesinlikle konuşmamaları istenmiş, soruları olduğunda sadece parmak kaldırmalarının gerektiği ve araştırmacının gelip sorularını

yanıtlayacağı onlara söylenmiştir. Ayrıca, öğrenciler, soruları atlamadan yanıtlamaları ve kendilerine en doğru gelen yanıtı yazmaları/çizmeleri konusunda uyarılmıştır. Testini bitirenlerden, yerlerinden kalkmamaları, yanıtlarını kontrol ettikten sonra arkalarına yaslanarak beklemeleri istenmiştir. Öğrencilere, testi yanıtlamak için yaklaşık bir ders saatlerinin olduğu, gerekirse bir sonraki derste de teste devam edebilecekleri söylenmiştir. Araştırmacı testleri dağıttıktan sonra, öğrencilerin uygulamaya aynı anda başlamalarını sağlamıştır.

Uygulama sırasında, araştırmacı, öğrencilerin sorularını, yönlendirme yapmadan yanıtlamaya çalışmıştır. Örneğin; “Silindir in ayrıtı var mı?” sorusu, “Buna sen karar vermelisin.”; birden fazla doğru yanıtı olan 12. ve 13. soru için “Birden fazla işaretleme yapabilir miyim?” sorusu, bu sorulardaki “hangileri” sözcüğü vurgulanarak “Hangileridir, diye soruluyor, dolayısıyla doğru/gerekli olduğunu düşündüğün şekilleri işaretleyebilirsin.” gibi açıklamalarla yanıtlanmıştır. Testin uygulanması sırasında öğrencilerin sordukları sorular, yaşanan sıkıntılar, araştırmacı tarafından ayrıca not edilmiştir. Araştırmacı, uygulama sırasında testini bitirip bekleyen öğrencilerin testini incelemiş ve varsa atladıkları soruları yanıtlamalarını istemiştir. Uygulama, 1 ve 2. sınıflarda yaklaşık 50 dakikada, 3 ve 4. sınıflarda ise 40 dakikada tamamlanmıştır.

2.4.1.3. Birinci uygulama sonucunda elde edilen verilerin güvenilirlik madde analizleri için hazırlanması

Araştırma verilerinden geçerli sonuçların çıkarılabilmesi için nitelikli verilerle çalışılması önemlidir. Bu amaçla, elde edilen verilerdeki kayıp değerler incelenmiştir. Öğrencilerin tüm sorulara yanıt vermemeleri, ölçme aracındaki bazı sorunlar ve veri girişi sırasında yapılan hatalar, kayıp değerlere neden olabilmektedir (Çokluk vd., 2010).

Kayıp değerleri en aza indirmek amacıyla, araştırmacı, uygulama sürecinde boş soru bırakan öğrencileri uyarmış ve onlardan bu soruları yanıtlamalarını istemiştir. Ayrıca, uygulama sonrasında da testler tek tek incelenmiş ve özellikle art arda gelen birkaç soruyu ya da bir/birkaç sayfadaki tüm soruları boş bırakan öğrencilerin testleri ihmal edilmiştir. Bunun nedeni, seçkisiz dağılmayan kayıp değerlerin, sonuçların genellenebilirliği açısından sorunlara yol açmasıdır (Çokluk vd., 2010). Bu yöntemle belirlenen dört test ihmal edilmiş, veri setine alınmamıştır. Böylece 384 testten elde edilen verilerle güvenilirlik ve madde analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgulara ve bu bulgular doğrultusunda testte yapılan değişikliklere araştırmacının “Bulgular” bölümünde yer verilmiştir.

2.4.2. İkinci uygulama

Bu başlık altında, testin ikinci taslak formun geliştirilmesi, testin uygulanması ve uygulama sonucunda elde edilen verilerin analizler için hazır hale getirilmesi adımları anlatılmaktadır.

2.4.2.1. 3BGT'nin ikinci taslak formunun geliştirilmesi

İlk uygulamadan sonra, taslak testteki sorular, madde analizleri sonucunda elde edilen bulgular ve araştırmacı tarafından uygulama sürecinde not edilen durumlar dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir. Yeni testteki soruların; farklı güçlük düzeylerinde olup olmadığı, ifadelerinin ve çizimlerinin öğrenciler için anlaşılır olup olmadığı ve ölçmesi hedeflenen davranışı ölçüp ölçmediği, birinci uygulamada görüşleri alınan uzmanlar tarafından tekrar incelemiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda teste son şekli verilmiş ve test uygulamaya hazır hale getirilmiştir (Ek-5). Geliştirilen ikinci taslak testteki 53 sorunun, üç boyutta geometrinin bileşenlerine göre dağılımı Tablo 2.7.'de verilmiştir.

Tablo 2.7. İkinci Taslak Test Sorularının Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı

Üç boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri	Sorular
Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Üç boyutlu nesnelere tanıma	8, 9, 18, 19
Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme ve karşılaştırma	13 (a-b-c), 14 (a-b-c), 15 (a-b-c), 16 (a-b-c), 17 (a-b), 24, 26 (a-b-c)
İki boyut-Üç boyut ilişkisini kurma	10, 11, 12, 23, 25
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	21 (a-b-c), 28 (a-b-c-d-e), 29
Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama	20 (a-b-c-d), 22 (a-b-c), 27 (a-b-c-d)

Tablo 2.7. incelendiğinde, testte 27 sorunun bulunduğu görülmektedir. Bu soruların alt maddeleriyle birlikte test, toplamda 53 sorudan oluşmaktadır. Testte; üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili yedi, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili dört üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili 18, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili beş, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili dokuz ve üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili 11 soru bulunmaktadır.

Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme ilgili ilk testteki eşleştirmeli sorular (2 ve 3), bu testte çoktan seçmeli sorulara dönüştürülmüştür. Bu

bileşenle ilgili yeni testteki 1-7. sorularda, öğrencilerden bir nesnenin başka bir nesneye göre ifade edilen konumunu, verilen farklı çizimler arasından seçmeleri istenmektedir.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili olan ilk testteki eşleştirmeli soru (1) yerine, bu testte çoktan seçmeli olan 8. ve 9. sorular hazırlanmıştır. Bu sorularda, verilen bir nesnenin benzerinin farklı üç boyutlu nesnelere arasından bulunması istenmektedir. İlk testteki çoktan seçmeli olan 4. ve 5. soruların yerini ise bu testteki 18. ve 19. sorular almıştır. Bu sorularda, bir grup iki ve üç boyutlu nesne çizimlerinin, iki boyutlu ve üç boyutlu nesnelere ait olma durumlarına göre iki gruba ayrılması beklenmektedir.

Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili 13-16. ve 24. sorular, sırasıyla ilk testteki 8.-12. ve sorulara denk gelmektedir. İlk testteki 9b. alt maddedeki üçgen piramidin yerini, ikinci teste 14b. alt maddedeki üçgen prizma almıştır. Ayrıca, ilk testteki 10b. alt maddedeki prizmanın yerini, ikinci testteki 15b. alt maddedeki üçgen prizma almıştır. Yeni testteki 13. ve 24. sorularda kullanılan, açıklama içeren kutucuklardaki küplerin işaretli yüzleri için -ilk testte kullanılan kırmızı renk yerine- turuncu ve mor renk kullanılmıştır. Bu bileşenle ilgili açık uçlu olan 17. soru, teste yeni eklenmiştir. Nesnelere yüzlerinin sayısını fark etme becerisiyle ilgili bu soruda, öğrencilerden verilen çizimleri inceleyerek altlarındaki boşluklara doğru sayıyı yazmaları beklenmektedir. Üç boyutlu nesnelere özelliklerinin karıştırılmasını gerektiren ve çoktan seçmeli alt maddelerden oluşan 26. soru ise ilk testteki 21. sorunun yerine hazırlanmıştır. Bu soruda, ilk testte kullanılan koninin yerine, üçgen piramit kullanılmıştır. Ayrıca, alt madde sayısı dörtten üçe indirilmiştir. İlk testte, öğrencilerden, verilen ifadelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar vermeleri beklenirken ikinci testte, verilen ifadeye uygun nesneyi bulmaları istenmektedir.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili 10, 11, 12, 23 ve 25. sorular, ilk testteki, sırasıyla 6, 7, 13, 19 ve 14. sorulara denk gelmektedir. İlk testte 13. sorunun iki yanıtı varken bu testteki karşılığı olan 12. sorunun tek yanıtı bulunmaktadır. Ayrıca, ilk testteki 19. sorudaki kullanılan ifadelerde ve verilen şekillerin sayfadaki konumlarında bazı değişiklikler yapılmıştır.

Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili, 21, 28 ve 29. sorular, ilk testteki sırasıyla 16, 20 ve 15. sorulara denk gelmektedir. İlk testteki 16a. alt maddenin yerini ikinci testte 21a. alt madde almıştır. İlk testte, 20. sorunun alt maddelerinde, seçeneklerinin birinde üç boyutlu yapı çizimi bulunurken ikinci testteki 28. soruda, bu seçeneklerdeki çizimin yerini iki boyutlu bir şekil çizimi almıştır. Ayrıca bu sorudaki 28e. alt madde, teste yeni eklenmiştir. İlk testte iki doğru seçeneği bulunan 15. soru, ikinci testteki, tek doğru seçeneği olan 29. soruya dönüştürülmüştür.

Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili 20, 22 ve 27. sorular, ilk testteki 17, 18 ve 22. soruların yeniden düzenlenmesi ile hazırlanmıştır. 20. sorunun iki alt maddesinde (20c ve 20d), ilk testtekiyle (17b ve 17d) aynı beceriyi ölçmeye yönelik, farklı çizimler kullanılmıştır. 22. soruda ise ifadeler ve çizimler, öğrenciler için daha açık hale getirilmeye çalışılmıştır. 27. soruda, hacimleri karşılaştırılmak üzere sunulan kap sayısı ikiden üçe çıkarılmış ve alt madde sayısı dörtten üçe indirilmiştir. Bu soruda, ilk testte, öğrencilerden, verilen ifadelerin doğru olup olmadığına karar vermeleri beklenirken ikinci testte, verilen ifadeye uygun kabı bulmaları istenmektedir.

Birinci uygulama sonucunda elde edilen bulgular ve araştırmacının notları dikkate alınarak düzenlenen ikinci testin, soru türleri bakımından ilk teste göre bazı farklılıklar gösterdiği söylenebilir. Eşleştirmeli soruların yer almadığı bu testteki soruların 26'sı çoktan seçmeli, 27'si ise açık uçludur. Sorularda yapılan değişiklikler, ilk uygulama sonrasında yapılan madde analiz sonuçlarının yanında, uygulama sırasında fark edilen ve önemli olduğu düşünülen bazı durumların da dikkate alınmasıyla gerçekleşmiştir. Ayrıca, bazı sorularda kullanılan ifadeler, çizimler ve renkler öğrenciler için daha anlaşılır olacak biçimde yeniden düzenlenmiştir.

2.4.2.2. 3BGT'nin ikinci taslak formunun uygulanması

Birinci uygulama sonrasında yeniden düzenlenen 53 soruluk yeni test ile araştırmacının test geliştirme sürecindeki ikinci uygulaması gerçekleşmiştir. 2-5. sınıf düzeylerinden 120 öğrencinin katılımı ile gerçekleşen ikinci uygulama, ilk uygulamada olduğu gibi gönüllü olan öğretmenlerin kendi sınıflarında, o anda sınıfta bulunan tüm öğrencilerle yapılmıştır. Rehberlik Araştırma Merkezi tarafından tanısı koyulmuş olan öğrenciler, ilk uygulamadaki gibi bu uygulamaya da katılmış, ancak bu öğrencilerin verileri uygulamanın hemen arkasından ihmal edilmiştir.

Uygulama öncesinde, ilk uygulamadaki açıklamalar aynı şekilde yapılmış ve uygulama sırasında öğrencilerin soruları yardım içermeyecek şekilde yanıtlanmıştır. Öğrencilerden gelen sorular ve uygulamada yaşanan önemli durumlar, araştırmacı tarafından not edilmiştir. Testini bir ders saati sonunda bitirmemiş olan öğrenciler için 10 dakika süre verilmiş, diğer öğrenciler tenefüs için sınıftan çıkarıldıktan sonra kalan öğrencilerin testlerini yanıtlamaları beklenmiştir. 50 dakikanın sonunda araştırmacı tüm testleri toplamıştır. Uygulama, 2 ve 3. sınıflarda yaklaşık 45 dakikada, 4 ve 5. sınıflarda ise yaklaşık 35 dakikada tamamlanmıştır.

2.4.2.3. İkinci uygulama sonucunda elde edilen verileri güvenilirlik ve madde analizleri için hazırlanma süreci

İlk uygulamada olduğu gibi ikinci uygulama sonrasında da nitelikli veriler elde etmek için analizlerden önce, kayıp değerler incelenmiştir. Araştırmacı, kayıp verileri en aza indirmek için uygulama sırasında testini bitirip bekleyen öğrencilerin testlerini kontrol etmiş, onlardan boş bırakılan soruları yanıtlamalarını istemiştir.

Uygulama sonrasında, veriler tek tek incelenmiş, seçkisiz dağılmayan kayıp değerlerin varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan incelemelerde, art arda boş bırakılan soruların bulunduğu üç test belirlenmiş ve bu testler veri setine dâhil edilmemiştir. Bu durumda, geriye kalan 120 veri üzerinden analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgulara ve bulgular sonucunda testte yapılan değişikliklere araştırmanın “Bulgular” bölümünde yer verilmiştir.

2.5. 3BGT'nin Uygulanması Süreci

Bu başlık altında 3BGT'nin uygulaması ve uygulama sonrasında elde edilen verilerin güvenilirlik ve madde analizleri için hazırlanması anlatılmıştır.

2.5.1. 3BGT'nin uygulaması

Veri toplama aracının geliştirilmesinin ardından, 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının, sınıf düzeylerine göre nasıl değiştiğini incelemek amacıyla 2015-2016 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde (Ekim-Kasım) araştırmanın uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Uygulama öncesinde, öğrencilere, kâğıt-kalem kullanarak çözecekleri bu test için bazı uyarılarda bulunulmuştur. Öğrencilere, bu testin, okuldaki matematik notlarını etkilemeyeceği, ancak verecekleri yanıtların, yapılan araştırma için oldukça önemli olduğu belirtilmiştir. Testi kimseden yardım almadan yapmalarının gerektiği söylenmiş, öğrenciler, uygulama sırasında kesinlikle konuşmamaları konusunda uyarılmıştır. Sorularla ilgili anlamadıkları bir durum söz konusu olduğunda parmak kaldırıp beklemeleri istenmiş, araştırmacının gelip sessizce sorularını yanıtlayacağı söylenmiştir.

Öğrencilere, testi yanıtlamak için 50 dakika sürelerinin olduğu, yani bir ders saatinden sonra 10 dakika daha zamanlarının olduğu belirtilmiştir. Testini tamamlayanların yerlerinden kalkmamaları, arkalarına yaslanıp beklemeleri istenmiştir. Teste başlamadan önce araştırmacı, öğrencilere bir testi göstererek ilk sayfada doldurmaları gereken bölümleri belirtmiştir. Ayrıca açıklama kutucuklarının bulunduğu sorular (7. soru gibi) için örnek bir soru gösterilerek bu bölümün, sorunun anlaşılması için kendilerine yardımcı olacağı, dolayısıyla bu bölümleri okuyup anladıktan sonra

soruyu yanıtlamalarının gerektiği vurgulanmıştır. Soru sormak isteyen öğrencilerin soruları yanıtlandıktan sonra test öğrencilere araştırmacı tarafından dağıtılmıştır.

Araştırmacı, tüm öğrencilerin aynı anda teste başlamalarını sağlamaya çalışmıştır. Uygulama sırasında, araştırmacı, öğrencilerin genellikle kullandıkları, “Bu doğru mu?”, “İki tane işaretleyebilir miyim?”, “Burayı anlamadım.”, “Bunda bir cevap istenmiş, ama bence iki olmalı” gibi ifadelerini dinleyip yardım içermeyecek şekilde açıklama yapmaya çalışmıştır. Örneğin; “Hangisinin doğru olduğuna sen karar vermelisin”, “Doğru olduğunu düşündüğün seçenek/seçenekleri işaretlemelisin.”, “Soruyu bir daha dikkatlice okumalısın.” gibi yanıtlar vermiştir.

Testini bitiren öğrencilerin soruları, araştırmacı tarafından hızlı bir şekilde kontrol edilmiş, öğrencilerden boş bıraktıkları soruları tekrar okuyup yanıtlamaları istenmiştir. Uygulamada, 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin tamamı, testi bir ders saati içerisinde, teneffüs zili çalmadan önce bitirmişlerdir. 2. ve 3. sınıf öğrencilerinin bir bölümü teneffüs zili çaldıktan sonra da uygulamaya devam etmişlerdir. Bu sınıflarda, testini bitiren öğrencilerden sınıfta sessizce beklemeleri istenmiştir. 50 dakika dolduktan sonra tüm öğrencilerin testleri alınmıştır.

2.5.2. 3BGT'nin uygulanması sonucunda elde edilen verilerin güvenilirlik ve madde analizleri için hazırlanması

Yaklaşık bir ay içerisinde toplanan veriler, öncelikle analizler için hazır hale getirilmiştir. Sonuçların genellenebilirliğini olumsuz etkileyebilecek kayıp değerler (Çokluk vd., 2010) araştırılmış ve testlerin tek tek incelenmesi sonucunda art arda birkaç sorunun boş bırakıldığı üç test ihmal edilmiştir.

Kayıp değerlerin belirlenmesinin ardından geriye kalan 520 veri üzerinden yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara araştırmacının “Bulgular” bölümünde yer verilmiştir.

2.6. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Teknikler

Araştırmanın test geliştirme sürecinde ve testin uygulanmasından sonra elde edilen verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler ayrı alt başlıklarla anlatılmıştır.

2.6.1. Test geliştirme sürecinde elde edilen verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler

3BGT'yi geliştirme sürecinde, madde analizleri yapılırken madde ayırt edicilik ve madde güçlük indeksleri hesaplanmıştır.

Madde güçlük indeksi hesabı ile maddelerin doğru yanıtlanma oranları, dolayısıyla maddelerin zor, orta güçlükte ya da kolay oldukları belirlenirken madde ayırt edicilik indeksi ile maddelerin, üst gruptaki öğrencileri alt gruptakilerden ayırmada ne kadar etkili olduğu incelenmektedir (Büyüköztürk, vd., 2010). Bu hesaplamalarda, alt ve üst gruplar belirlenirken grubun alt %27 ile üst %27'si alınmıştır (Reynolds, Livingston ve Wilson, 2006).

Sıfır ile 1 arasında değerler alabilen madde güçlük indeksinin 1'e yakın olması maddenin kolay, 0'a yakın olması ise maddenin zor olduğunu göstermektedir. Madde güçlük indeksinin 0'a yakın olması maddenin zor olduğunu, 1'e yakın olması ise kolay olduğunu göstermektedir. Madde güçlük indeksi 0,40'tan küçük olan maddeler zor, 0,40-0,60 arasında olanlar orta güçlükte, 0,60'tan büyük olanlar ise kolay maddeler olarak belirlenmiştir. Puanlanması 0-1 şeklinde olan testlerde madde güçlük indeksi, maddeyi doğru yanıtlayan kişi sayısının, testi yanıtlayan toplam kişi sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir (Arık vd., 2014).

Madde ayırt edicilik indeksi ise -1 ile +1 arasında değerler alabilmektedir. Ayırt edicilik indeksi, üst gruptaki doğru yanıt sayısından alt gruptaki doğru sayısının çıkarılması ile elde edilen sonucun, alt ya da üst gruptaki kişi sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir. Ayırt edicilik indeksinin 0,19-0,30 arasında olması, o maddenin düzeltilmesinin gerektiğini, 0,30 ve üzerinde olması, maddenin, alt gruptaki bireylerle üst gruptakileri ayırt etmede etkili (ayırt edici) olduğunu göstermektedir. Ayırt edicilik indeksi 0,19 ve altında çıkan maddelerin ise testten çıkarılması önerilmektedir (Arık vd., 2014).

Testin güvenilirliğini hesaplamak için SPSS 22 istatistik programında KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır.

Test maddelerinin kapsam geçerlilik oranlarını elde etmek için her bir madde için "uygun" yanıtını veren uzman sayısının, toplam uzman sayısına oranının bir eksiği hesaplanmıştır. Elde edilen kapsam geçerlilik oranlarının istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek için Veneziano ve Hooper (1997) tarafından oluşturulan .05 anlamlılık düzeyindeki minimum değerler dikkate alınmıştır. Hem testin hem de bileşenlerin

kapsam geçerlik indeksleri, kapsam geçerlik oranlarının aritmetik ortalamaları alınarak bulunmuştur.

2.6.2. Testin uygulanmasından sonra elde edilen verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler

Araştırmada, öğrencilerin 3BGT'den aldıkları puanlar 45 puan üzerinden hesaplanmış ve SPSS 22 istatistik programında analiz edilmiştir.

İlkokul 1-4. sınıf düzeylerindeki öğrencilerin testten aldıkları toplam puanları karşılaştırmak için ilişkisiz örneklem için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Bu analizde etki büyüklüğü de hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün yorumlanması için Cohen (1988) tarafından belirlenen ölçütler temel alınmıştır. Cohen (1988), hesaplanan η^2 değerini şu şekilde yorumlamaktadır: .01=küçük etki, .06=orta etki, .14=büyük etki.

İlkokul 1-4. sınıf düzeylerindeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinden aldıkları puanları karşılaştırmak için ilişkisiz örneklem için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

Üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma sürecinde elde edilen verilere dayalı olan araştırmanın bulguları, araştırmanın alt problemlerine göre ele alınmıştır.

3.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu başlık altında, geliştirilen 3BGT'nin niteliklerini (geçerlik, güvenilirlik ve madde analizi sonuçlarını) sorgulayan araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Test geliştirme sürecinde yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen bulgular, her bir uygulama için ayrı alt başlıklarla sunulmuştur. Bu başlıklar altında, her bir uygulamadan sonra hesaplanan madde analizleri ve analizler doğrultusunda testte yapılan değişiklikler anlatılmıştır.

3.1.1. Birinci uygulama sonucunda elde edilen bulgular

Bu başlık altında, test geliştirme sürecindeki birinci uygulamadan sonra yapılan güvenilirlik hesabı ve madde analizlerinin sonuçları ile bu sonuçlara göre 3BGT'de yapılan değişikliklere yer verilmiştir.

3.1.1.1. Birinci uygulama sonrasında yapılan analizlerinin sonuçları

Araştırmanın test geliştirme sürecindeki 384 kişi ile yapılan ilk uygulamasından sonra, öncelikle testin güvenilirliği hesaplanmış ve KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,88 bulunmuştur. Güvenilir olduğu belirlenen test için daha sonra madde analizleri yapılmıştır. Geliştirilen ilk taslak test için yapılan ölçümlerden elde edilen madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.1.'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. İlk uygulama sonrasında hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
1a	0,98	-0,96
1b	0,94	0,10
1c	0,93	0,15
2a	0,79	0,21
2b	0,83	0,25
2c	0,89	0,18
2d	0,82	0,20
3a	0,96	0,09
3b	0,66	0,24
3c	0,96	0,09
3d	0,96	0,10
4	0,20	0,37

[Tablo 3.1. (Devam) İlk uygulama sonrasında hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri]

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
5	0,18	0,28
6	0,80	0,38
7	0,44	0,29
8a	0,56	0,78
8b	0,36	0,63
8c	0,46	0,73
9a	0,47	0,81
9b	0,44	0,71
9c	0,48	0,64
10a	0,24	0,54
10b	0,11	0,27
10c	0,40	0,57
11a	0,60	0,76
11b	0,41	0,73
11c	0,53	0,77
12	0,34	0,46
13	0,06	0,12
14	0,25	0,51
15	0,19	0,19
16a	0,98	0,04
16b	0,37	0,50
16c	0,31	0,60
17a	0,64	0,63
17b	0,45	0,49
17c	0,35	0,53
17d	0,35	0,48
18a	0,49	0,72
18b	0,15	0,13
18c	0,15	0,21
19	0,19	0,41
20a	0,50	0,51
20b	0,64	0,67
20c	0,42	0,55
20d	0,42	0,57
21a	0,61	0,56
21b	0,28	-0,07
21c	0,82	0,33
21d	0,59	0,33
22a	0,52	0,41
22b	0,43	0,25
22c	0,59	0,06
22d	0,58	0,25

Tablo 3.1. incelendiğinde, testteki soruların farklı güçlük düzeylerinde olduğu görülmektedir. Testteki 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, 2d, 3a, 3b, 3c, 3d, 6, 16a, 17a, 20b, 21a ve 21c. soruların madde güçlük indekslerinin 0.60'tan yüksek olması, bu maddelerin kolay olduğunu göstermektedir. Madde güçlük indeksleri 0,40 tan düşük bulunan; 4, 5, 8b, 10a, 10b, 12, 13, 14, 15, 16b, 16c, 17c, 17d, 18b, 18c, 19 ve 21b soruların zor, 0,40-0,60 arasında bulunan 7, 8a, 8c, 9a, 9b, 9c 10c, 11a, 11b, 11c, 17b, 18a, 20a, 20c, 20d, 21d, 22a, 22b, 22c, 22d soruların orta güçlükte olduğu söylenebilir. Bu durumda, testteki 17 sorunun kolay, 17 sorunun zor, 20 sorunun ise orta güçlükte olduğu anlaşılmaktadır. Bir testteki maddelerin güçlük düzeyleri farklı da olsa testin ortalama güçlüğü'nün 0,50 civarında olması istenen bir durumdur (Çepni vd., 2008). Bu testteki maddelerin ortalama güçlük düzeyi ise 0,52; yani orta güçlükte bulunmuştur.

Madde ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde, testteki; 4, 6, 7, 8a, 8b, 8c, 9a, 9b, 9c, 10a, 10c, 11a, 11b, 11c, 12, 14, 16b, 16c, 17a, 17b, 17c, 17d, 18a, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 21a, 21c, 21d ve 22a. soruların madde ayırt edicilik indekslerinin 0,29 üzerinde olduğu Tablo 3.1.'de görülmektedir. Başka bir ifadeyle, bu soruların, alt gruptaki öğrencileri üst gruptakilerden ayırmada etkili olduğu söylenebilir. Testteki; 2a, 2b, 2d, 3b, 5, 10b, 18c, 22b, 22d. soruların madde ayırt edicilik indeksleri 0,19 ile 0,30 arasında bulunurken geriye kalan 1a, 1b, 1c, 2c, 3a, 3c, 3d, 13, 15, 16a, 18b, 21b ve 22c. soruların madde ayırt edicilik indeksleri 0,20'nin altında bulunmuştur. Bu durumda, testteki 32 soru; üst ve alt grubu ayırmada etkili bulunurken 9 soru, düzeltilmesi gereken, 13 soru ise testten çıkarılması gereken soru olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu bulgular doğrultusunda, testteki sorularda bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler yapılırken ayırt edicilik indekslerinin yanında, uygulama sırasındaki araştırmacının notları, öğrencilerin soruları ve araştırmacının uygulama sonrasında belirlediği sorunlar da dikkate alınmıştır.

3.1.1.2. Birinci uygulama sonrasında testte yapılan değişiklikler

Bu başlık altında, test geliştirme sürecindeki birinci uygulamadan sonra, ayırt edicilik indeksleri 0,19 ve altında, 0,19 ile 0,30 arasında ve 0, 30 ve üzerinde bulunan maddeler için yapılan değişikliklere ayrı ayrı yer verilmiştir.

3.1.1.2.1. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorularda yapılan değişiklikler

İlk uygulamadan sonra yapılan analiz sonuçlarına göre madde ayırt ediciliği 0,19 ve altında bulunan sorular, öncelikle ele alınmıştır. Alanyazında 0,20'nin altında ayırt edicilik indeksine sahip olan soruların genellikle testten çıkarılması önerilmektedir (Nitko,

2004); ancak bu sorular hakkında karar vermeden önce, araştırmacı tarafından uygulama sürecinde not edilen durumların da incelenmesinin önemli olduğu düşünölmüştür.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili, eşleştirmeli maddelerden oluşan 1. sorunun tüm alt maddelerinin ayırt edicilik indeksleri sırasıyla; -0,96, 0,10 ve 0,15 bulunmuştur. Bu sorunun yanıtlanmasında, uygulama sırasında fark edilen, bazı sorunlar yaşanmıştır. Özellikle 1. ve 2. sınıf düzeyinden birçok öğrenci, soruya şans başarısını azaltmak amacıyla eklenen ve açıkta kalması gereken üçgen prizmayı görönce, araştırmacıya, “Bu açıkta kalıyor, sorun olur mu?”, “Bunu neyle eşleştireceğim?” gibi sorular yöneltilmişlerdir. Ayrıca bazı 1. sınıf öğrencileri, soruda kürelerin eşleştirilmesi örneğinin bulunmasına rağmen, nasıl eşleştirme yapacakları konusuna güçlük yaşamışlardır. Sadece bir eşleştirme yaparak diğer soruya geöen öğrenciler olduğu gibi soruyu anlamadığı için boş bırakıp diğer soruya geöen öğrencilere de rastlanmıştır. Bu durumlarda, araştırmacının “Neden diğerlerini eşleştirmedin?” ya da “Neden soruyu boş bıraktın?” gibi sorularından sonra öğrencilerin soruyu tekrar okumaları sağlanmış ve öğrencilerin bu müdahaleler sonucunda soruyu doğru yanıtladıkları fark edilmiştir. Alt maddelerinin güçlük indeksleri sırasıyla; 0,98, 0,94 ve 0,93 olan; yani oldukça kolay bulunan ve ayırt edici olmayan bu sorunun tüm maddeleriyle testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşenine yönelik olan ve üç boyutlu nesnelere arasından birbirine benzeyenlerin fark edilmesini gerektiren bu soru yerine, ikinci taslak testteki 8. ve 9. sorular hazırlanmıştır. Bu sorular, öğrencilerin uygulama sırasındaki araştırmacıya eşleştirme ile ilgili çok fazla soru sormaları nedeniyle, çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. Sorularda, öğrencilere tek bir nesnenin çizimi sunulmuş ve onlardan, seçeneklerdeki nesnelere arasından bu nesneye benzeyeni bulmaları istenmiştir.

Madde ayırt edicilikleri sırasıyla; 0,18, 0,09, 0,09 ve 0,10 olan, üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili 2c, 3a, 3c, 3d. sorularda, 1. soruda olduğu gibi eşleştirme ile ilgili sorunlar yaşanmış, öğrencilerin bir kısmı, sadece bir eşleştirme yaparak bir sonraki soruya geömişlerdir. 2. ve 3. sorudaki, şans başarısını azaltmak amacıyla bulunan, eşleştirme sonrası açıkta kalan ifadeyi gören öğrenciler, araştırmacıya sıklıkla bu durumun sorun olup olmayacağını sormuşlardır. Ayrıca, 2. soruda kullanılan insan figürü çiziminde bazı sorunların olduğu fark edilmiştir. Örneğin; 2b. maddesinde, kutunun arkasında ve 2c. maddesinde önünde çizilen figürün, öğrenciler tarafından farklı anlaşıldığı, özellikle 2c. maddesinde, figürün kutunun üstündeymiş gibi algılandığı fark edilmiştir. Figürün kutunun sağında/solunda bulunma durumu için “Kime göre sağ, bana mı, yoksa adama göre mi?” gibi sorularla

karşılaşmıştır. Bu durumda, 2. ve 3. sorunun, tüm maddeleriyle testten çıkarılarak yeniden hazırlanmasına karar verilmiştir. Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili olan bu soruların yerine, ikinci testteki çoktan seçmeli 1.-7. sorular hazırlanmıştır. Bu sorularda, öğrencilerden, “Aşağıdakilerin hangisinde silindir küpün solundadır?” gibi ifadelere uygun çizimi seçmeleri istenmiştir.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili ve ayırt edicilik indeksi 0,12 olan 13. sorunun, öğrenciler için oldukça zor ($p=0,06$) olduğu bulunmuştur. Bu sorunun, iki doğru yanıtının olmasının ve öğrencilerin her iki yanıtı da işaretlemeleri durumunda sorudan tam puan alabilmelerinin, soruyu öğrenciler için güç hale getiren sebeplerden biri olduğu düşünülmektedir. Uygulama sonrasında verilen yanıtlar incelendiğinde, birçok öğrencinin tek doğru yanıtı işaretledikleri belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin ilk defa 3. sınıfta küpün açınımla karşılaştıkları göz önünde bulundurulduğunda, bu sorunun, beklenen beceri nedeniyle, testteki zor sorulardan biri olduğu söylenebilir. Bu durum da dikkate alınarak sorunun tek doğru yanıtı olacak şekilde yeniden hazırlanmasına karar verilmiştir. İkinci testteki, 12. soruya denk gelen bu sorudaki doğru yanıt, öncekilerden farklı, öğrencilerin daha az karşılaştıkları düşünülen bir küp açınımlı şeklinde sunulmuştur.

Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili 16a. soruda, öğrencilerden üç küpten oluşan bir yapıdaki küp sayısını yazmaları istenmektedir. Ayırt edicilik indeksi 0,04 olan bu sorunun güçlük indeksinin 0,98 olması, sorunun neredeyse tüm öğrenciler tarafından doğru yanıtlandığını göstermektedir. Bu sorunun yerine, dört küpten oluşan bir yapıdaki küp sayısının sorulduğu ikinci testteki 21a. soru hazırlanmıştır. Böylece, öğrencilerin, yapının arkasındaki sadece küçük bir bölümü görünen küpü fark edip etmeyeceklerini incelemek amaçlanmıştır.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,13 olarak hesaplanan ve üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili olan 18b. soruda, üst üste koyulmuş iki küpten oluşan yapının yüzlerini kaplarken öğrencilerin, genellikle dış yüzleri yerine, küplerin tüm yüzlerini saydıkları görülmüştür. Bu sorudaki çizimler incelendiğinde, öğrencilerin, küplerin hareket edebileceğini, dolayısıyla tüm yüzlerinin kaplanabileceğini düşünmüş olabilecekleri ihtimali göz önünde bulundurulmuş ve sorudaki küpler arasındaki düz çizgiler yerine kesikli çizgi kullanılmasına karar verilmiştir. Bu soruyla aynı beceriyi ölçen ve sadece kullanılan küp sayısının farklı olduğu 18a. sorunun ayırt edici ($r=0,72$), 18c. sorunun ise düzeltilmesi gereken madde olarak ($r=0,21$) belirlenmesi nedeniyle, 18b. sorunun da düzeltilmesine karar verilmiştir.

Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili 21b. sorunun ayırt edicilik indeksi -0,07 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, alt gruptaki

öğrencilerin doğru, üst gruptakilerin ise yanlış yanıtla yönlendiklerinin bir göstergesidir. Bu madde testten çıkarılmıştır.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili olan ve ayırt edicilik indeksi 0,06 bulunan 22c. soruda, özellikle 1. ve 2. sınıf öğrencilerinin işaretlemeyi nasıl yapacakları konusunda güçlük yaşadıkları, genellikle, iki seçeneği birden işaretledikleri ya da tek alt maddeyi yanıtlayarak bir sonraki soruya geçtikleri gözlenmiştir. Ayrıca doğru-yanlış seçeneklerinin, bu sorulardaki şans başarısını arttıracak dikkate alınmıştır. Bu nedenle, doğru-yanlış maddelerden oluşan 22. sorudaki tüm maddeler, çoktan seçmeli olacak şekilde yeniden yazılmış ve ikinci taslak testte, 27. sorunun alt maddeleri olarak yer almıştır. Böylece, alt madde sayısının dörtten üçe indirildiği bu soruda, hacim ve alan karşılaştırması için kullanılan kapların sayısı, ikiden üçe çıkartılmıştır. 22. sorunun tüm alt maddelerinde aynı çizimlerin karşılaştırılması gerektiğinden yapılan değişiklikler, tüm alt maddelere uygulanmıştır. Örneğin; ilk testteki "2. kabın dışını boyamak için daha fazla boya harcanır.", "Her iki kabın dışını boyamak için eşit miktarda boya harcanır." doğru-yanlış alt maddelerinin yerine, ikinci testteki çoktan seçmeli "Kaplardan dışı tamamen boyanırsa en az boya kaç numaralı kap için harcanır?", "Kaplardan dışı tamamen boyanırsa en fazla boya kaç numaralı kap için harcanır?" maddeleri yazılmıştır.

3.1.1.2.2. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ile 0,30 arasında bulunan sorularda yapılan değişiklikler

Bir testteki madde ayırt edicilik indeksleri 0,19 ile 0,30 arasında olan soruların düzeltilmesi önerilmektedir (Nitko, 2004). Çalışmanın ilk uygulamasından sonra düzeltilmesi gereken madde olarak bulunan sorular için yapılan değişikliklerde, öğrencilerin yanıtlarının yanında, araştırmacının uygulama sırasındaki gözlemleri ve notları da dikkate alınmıştır.

Madde ayırt edicilik indeksleri sırasıyla; 0,21, 0,25, 0,20, 0,24 bulunan 2a, 2b, 2d ve 3b. sorular için yapılan değişiklikler, bir önceki "Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler" başlığı altında 2. ve 3. soru soru için yapılan değişikliklerde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Aynı sorunun, alt maddeleri olduğu için bu sorularda yapılan değişiklikler, birlikte ele alınmıştır. Bu soruların yerine, ikinci taslak testteki 1-7. sorular yazılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili 5. sorunun ayırt edicilik indeksi 0,28 olarak hesaplanmıştır. Bu soruda, öğrencilerin, farklı olan çizimi bulurken yalnızca İki boyutlu-üç boyutlu olma durumuna odaklanmaları amaçlanmaktadır. Ancak soru incelendiğinde konunun, diğerlerinden farklı olarak, bir tepe noktasının olduğu ve

öğrencilerin bu nedenle bu seçeneğe yönelebilecekleri fark edilmiştir. Bu durumda, sorunun, ilgisiz değişkenleri en aza indirgenecek şekilde yeniden yazılmasına karar verilmiştir. Bu sorunun yerine hazırlanan ikinci taslak testteki 18. soruda, öğrencilerden, bir grup çizim arasından aynı grupta olanları belirlemeleri istenmektedir.

Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili 10b. sorunun ayırt edicilik indeksi 0,27'dir. Oldukça zor ($p=0,11$) olan bu sorudaki üçgen prizmanın farklı bir çizimle sunulmasının uygun olacağı düşünülmüş, var olan çizim farklı açıdan görünen bir üçgen prizma çizimi ile değiştirilmiştir. İkinci taslak testteki 15b. soruda yer alan bu çizimde, prizmanın üç yüzü görünürken, ilk testteki çizimde, iki yüzü görünmektedir.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,21 hesaplanan 18c. soru, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgilidir. Madde ayırt edicilik indeksi 0,13 bulunan 18b. soruda yapılan değişiklikler, bu soruda da yapılmıştır. 18b. soruda olduğu gibi verilen yanıtlar incelendiğinde, üst üste konulan küplerden oluşan yapıların dış yüzlerini kaplarken öğrencilerin, küplerin hareket edebileceğini düşünerek tüm yüzlerini kaplamaya çalıştıkları düşünülmüştür. Bu nedenle, küpler arasındaki düz çizgiler yerine kesikli çizgi kullanılmasına karar verilmiştir.

Madde ayırt edicilikleri aynı ($r=0,25$) olan, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili 22b. ve 22d. sorular için yapılan değişiklikler, bir önceki "Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler" başlığı altında 22c. soru için yapılan düzenlemelerle birlikte anlatılmıştır.

3.1.1.2.3. Madde ayırt edicilikleri 0,30 ve üzerinde bulunan sorularda yapılan değişiklikler

Madde ayırt edicilik indeksleri 0,30 ve üzerinde olan ve alt gruptaki öğrencilerle üst gruptakileri ayırmada etkili olan birkaç soruda, araştırmacının uygulama sırasında ve sonrasındaki gözlemleri sorucunda bazı değişiklikler yapılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili 4. sorunun ayırt edicilik indeksi 0,37'dir; ancak bu soruda üçgenin bulunduğu seçeneğin, diğerlerinde sadece dörtgenlerin/dörtgen yüzlerin yer alması nedeniyle, işaretlenebileceği fark edilmiştir. Böylece iki boyut-üç boyut farkını bildiği halde, öğrencinin yanlış seçeneğe yönelme olasılığının ortadan kaldırılmasının gerektiğine karar verilmiş ve bu soru 5. soruda olduğu gibi yeniden yazılmıştır. Bu sorunun yerine yazılan ikinci taslak testteki 19. soruda, öğrencilerden, bir grup çizim arasından aynı grupta olanları belirlemeleri istenmektedir.

Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili ve ayırt edicilik indeksi 0,71 bulunan 9b. sorudaki çizim, bir dörtgen piramit çizimi gibi

düşünülerek sorulmuş ve puanlanmıştır. Uygulama sonrasında, bu çizimin bir üçgen piramide de ait olabileceği fark edilmiş, sorudaki üçgen piramidin yerine üçgen prizma kullanılmasına karar verilmiştir. İkinci taslak testteki 14b. soruya denk gelen bu soruda, üç yüzü görünen bir üçgen prizma kullanılmıştır.

Uygulama sırasında, 8. sorunun açıklama bölümünde örnek olarak verilen küpün kırmızı renkli yüzünü gören bazı öğrenciler, sorunun alt maddelerini yanıtlarken sadece kırmızı yüzlere odaklanmışlardır. Bu durum, araştırmacının müdahalesiyle engellenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle, örnek olarak verilen bu yüzün, alt maddelerdeki çizimlerde kullanılmayan bir renkle boyanması uygun bulunmuş ve ikinci taslak testteki 13. sorudaki bu yüz için turuncu renk kullanılmıştır. Aynı sorun 12. soruda da yaşanmış, ikinci taslak testte 24 soruya denk gelen bu soruda, örnek olarak verilen yüz için mor renk tercih edilmiştir.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili dört alt maddeden oluşan 17. sorunun alt maddelerinin ayırt edicilik indeksleri sırasıyla; 0,63, 0,49, 0,53 ve 0,48 hesaplanmıştır. Sorular puanlanırken 17b. ve 17d. sorularda, küplerin görünen yüz sayılarıyla istenilen yanıtların aynı olduğu fark edilmiştir. Bu durumda, alt maddelerin tamamında, küplerin görünen yüzlerini saydıkları belirlenen öğrencilere tüm alt maddeler için 0 puan verilmiştir. Böyle bir durumun gözlenmediği durumlarda ise doğru yanıtı veren öğrencilere 17b. ve 17d. sorular için 1 puan verilmiştir. Belirlenen bu sorun nedeniyle, 17b. ve 17d. maddelerde kullanılan kutular, ikinci taslak testteki 20c. ve 21d. sorulardaki kutularla değiştirilmiştir.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,41 olan, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili 19. soruda sıklıkla öğrencilerin “Burada ne yapacağız?”, “Nereye çizeceğim?” gibi sorularıyla karşılaşmıştır. Ayrıca birçok öğrencinin soruyu yanıtlamadığı, araştırmacının müdahalesi sonrası okuduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, soruda kullanılan ifadeler ve renkler öğrenciler için daha açık hale getirilmiştir. Bu sorunun düzenlenmiş hali, ikinci taslak testte 19. soru olarak yer almaktadır.

Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili 20. soruya, bir alt madde daha eklenmesine karar verilmiştir. Üst üste konulmuş iki küpten oluşan yapının alttan görünümü de sorularak öğrencilerden, yapının görünmeyen yüzünü (sol taraftaki yüzü gibi) zihinde canlandırmaları beklenmiştir.

Öğrencilerin verilen ifadelerin doğru ya da yanlış olduğuna karar vermelerini gerektiren 21. soruda, 1. ve 2. sınıf öğrencilerinin zorlandıkları, işaretlemeyi nasıl yapacakları konusunda araştırmacıya oldukça fazla soru sordukları gözlenmiştir. Öğrencilerin genellikle, iki seçeneği birden işaretledikleri ya da tek alt maddeyi yanıtlayarak bir sonraki soruya geçtikleri gözlenmiştir. Bu sorunlar, araştırmacının

uygulama sırasında yaptığı uyarılarla giderilmiştir. Ayrıca doğru-yanlış seçenekleri olan bu sorulardaki şans başarısının azaltılmasının gerekli olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenlerle, ayırt edicilikleri sırasıyla; 0,56, 0,33 ve 0,33 bulunan 21a, 21c, 21d. sorularda değişiklikler yapılmıştır. Sorularda kullanılan cümleler, soru cümleleri şeklinde yeniden yazılmış ve böylece sorular, doğru-yanlış yerine çoktan seçmeli olacak şekilde hazırlanmıştır. Örneğin; ilk testte “1 numaralı cismin köşe sayısı, 2 numaralı cismin köşe sayısından fazladır.” alt maddesi yerine, ikinci taslak testte “Kaç numaralı cismin köşe sayısı en fazladır?” maddesi yazılmıştır. 26. soruya denk gelen bu soruda, ayrıca, koni çizimi yerine üçgen piramit çiziminin kullanılmasının, yüz, ayırt ve köşe sayılarının karşılaştırması için daha uygun olacağı düşünülmüştür

Madde ayırt ediciliği 0,41 bulunan, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili 22a. soru, 22. sorunun yeniden yazılması nedeniyle değiştirilmiştir. 22. soru için yapılan tüm değişiklikler, “Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler” başlığı altında 22c. soru için yapılan düzenlemelerle birlikte anlatılmıştır.

3.1.2. İkinci uygulama sonucunda elde edilen bulgular

Bu başlık altında, test geliştirme sürecindeki ikinci uygulamadan sonra yapılan madde analizlerinin sonuçları ve bu sonuçlara göre testte yapılan değişikliklere yer verilmiştir.

3.1.2.1. İkinci uygulama sonrasında yapılan analiz sonuçları

Araştırmanın test geliştirme sürecindeki ilk uygulamasından sonra yapılan değişiklikler sonucunda, ikinci taslak test hazırlanmış ve ikinci uygulama gerçekleştirilmiştir. 120 öğrenci ile yapılan bu uygulamadan sonra, testin güvenilirliği hesaplanmış ve KR-20 güvenirlik katsayısı 0,88 bulunmuştur. Güvenirliği yüksek bulunan test için madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri hesaplanarak madde analizleri yapılmıştır. Geliştirilen ikinci taslak test için hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.2.’de sunulmaktadır.

Tablo 3.2. *İkinci Uygulama Sonrasında Hesaplanan Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri*

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
1	0,86	0,15
2	0,90	0,12
3	0,84	0,25
4	0,86	0,18
5	0,97	0,06
6	0,94	0,12
7	0,95	0,06
8	0,93	0,25
9	0,56	0,15
10	0,90	0,21
11	0,69	0,34
12	0,77	0,43
13a	0,69	0,68
13b	0,53	0,78
13c	0,55	0,68
14a	0,69	0,5
14b	0,89	0,31
14c	0,61	0,34
15a	0,23	0,25
15b	0,31	0,43
15c	0,63	0,5
16a	0,76	0,40
16b	0,54	0,34
16c	0,73	0,59
17a	0,50	0,5
17b	0,47	0,34
18	0,37	0,43
19	0,31	0,5
20a	0,59	0,56
20b	0,38	0,59
20c	0,28	0,68
20d	0,20	0,53
21a	0,90	0,15
21b	0,29	0,34
21c	0,23	0,5
22a	0,62	0,65
22b	0,16	0,28
22c	0,17	0,09
23	0,29	0,62

[Tablo 3.2. (Devam) İkinci uygulama sonrasında hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri]

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
24	0,60	0,68
25	0,36	0,62
26a	0,88	0,21
26b	0,33	0,15
26c	0,71	0,46
27a	0,50	0,46
27b	0,47	0,09
27c	0,49	-0,06
28a	0,83	0,34
28b	0,81	0,53
28c	0,68	0,65
28d	0,68	0,65
28e	0,83	0,46
29	0,40	0,43

Tablo 3.2. incelendiğinde, testteki; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 12, 13a, 14a, 14b, 14c, 15c, 16a, 16c, 21a, 22a, 24, 26a, 26c, 28a, 28b, 28c, 28d, 28e soruların madde güçlük indekslerinin 0,60'tan büyük olduğu; dolayısıyla bu soruların kolay olduğu anlaşılmaktadır. Madde güçlük indeksleri 0,40-0,60 arasında bulunan; 9, 13b, 13c, 16b, 17a, 17b, 20a, 27a, 27b, 27c, 29 sorular, orta güçlük düzeyinde bulunmaktadır. Testteki; 15a, 15b, 18, 19, 20b, 20c, 20d, 21b, 21c, 22b, 22c, 23, 25 ve 26b. soruların güçlük indekslerinin 0,40'ın altında bulunması, bu soruların zor olduğunu göstermektedir. Bu durumda; testin; 29'u zor, 11'i orta güçlükte ve 14'ü kolay olan sorulardan oluştuğu anlaşılmaktadır. Sorularının ortalama güçlük düzeyi, 0,60 bulunan testin, orta güçlükte olduğu söylenebilir.

Madde ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde, Tablo 3.2.'de, testteki; 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 21a, 22c, 26b, 27b ve 27c. soruların 0,20'nin altında değerler aldığı görülmektedir. Madde ayırt edicilik indeksleri, 0,19 ile 0,30 arasında hesaplanan; 3, 8, 10, 15a, 22b, ve 26a. soruların düzeltilmesi gereken maddeler olduğu; 0,29'un üzerinde hesaplanan; 11, 12, 13a, 13b, 13c, 14a, 14b, 14c, 15b, 15c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b, 18, 19, 20a, 20b, 20c, 20d, 21b, 21c, 22a, 23, 24, 25, 26c, 27a, 28a, 28b, 28c, 28d, 28e ve 29. soruların ise ayırt edici oldukları görülmektedir. Başka bir ifadeyle, testteki 12 sorunun alt gruptaki öğrencileri üst gruptakilerden ayıramadığı, 6 sorunun düzeltilmesi gereken madde olarak belirlendiği ve 35 sorunun, yani soruların büyük bir bölümünün, alt gruptaki öğrencileri üst gruptaki öğrencilerden ayırmada etkili olduğu söylenebilir.

Elde edilen bu bulgular doğrultusunda, testteki sorularda bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler yapılırken madde ayırt edicilik indekslerinin yanında araştırmacının uygulama sürecindeki notları da dikkate alınmıştır.

3.1.2.2. İkinci uygulama sonrasında testte yapılan değişiklikler

Bu başlık altında, ayırt edicilik indeksleri 0,19 ve altında, 0,19 ile 0,30 arasında ve 0,30 ve üzerinde olan maddeler için yapılan değişikliklere ayrı ayrı yer verilmiştir.

3.1.2.2.1. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorularda yapılan değişiklikler

İkinci uygulama sonrasında; madde ayırt edicilik indeksleri sırasıyla; 0,15, 0,12, 0,18, 0,06, 0,12, 0,06 bulunan 1, 2, 4, 5, 6 ve 7. soruların güçlük indeksleri 0,86-0,97 arasında değişmektedir. Üst gruptaki öğrencilerle alt gruptakileri ayırmada yetersiz olan ve öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun doğru yaptığı bu sorular testten çıkarılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili, ayırt edicilik indeksi 0,15 hesaplanan 9. soru testten çıkarılmış, yerine aynı beceriyi ölçen, testin son halindeki 2. soru yazılmıştır. Kullanılan yeni çizimlerin, üç boyutlu nesnelere tanıyan öğrencileri diğerlerinden ayırt etmede daha etkili olacağı düşünülmüştür. İkinci taslak testte, tamamında ayırt, köşe ve yüz bulunan farklı nesnelere kullanılmıştır.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,15 olarak hesaplanan ve eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeniyle ilgili olan 21a. sorunun, oldukça kolay olduğu ($p=0,90$) görülmektedir. İlk testteki yine çok kolay olan ve ayırt edici bulunmayan 16a. soru yerine yazılmış olan bu soru, testten çıkarılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili olan 22c. sorunun, madde ayırt edicilik indeksi 0,09 hesaplanmıştır. 22. sorunun, aynı beceriyi ölçen diğer alt maddelerinden 22c. sorunun düzeltilmesi gereken madde olarak belirlenmesi nedeniyle, 22. sorunun tüm alt maddeleriyle yeniden ele alınması gerekli görülmüştür. Uygulama sırasında, öğrencilerin bu soruyu anlamakta zorlandıkları, bazı öğrencilerin, sorunun açıklama bölümünde örnek olarak tek yüzü gösterilen yapıdaki gibi sağ taraftaki yüzleri saydıkları fark edilmiştir. Bu sorudaki ifadelerin öğrenciler için hala yeterince açık olmadığını düşündürmüştür. Bazı öğrencilerinse ilk uygulamada olduğu gibi küplerin sadece dış yüzlerini değil, tüm yüzlerini saydıkları verdikleri yanıtlardan anlaşılmıştır. Bu nedenle, sorunun açıklama bölümünde kullanılan tek küp yerine iki küpten oluşan bir yapının kullanılmasının daha uygun olacağına karar verilmiştir. Ayrıca, küplerin tüm dış yüzlerinin kaplanması için "tüm dış yüzleri" ifadesi vurgulanmış ve küpler

arasındaki kesikli çizgi yerine düz çizgi kullanılarak küplerin yapışık oldukları özellikle belirtilmiştir. Bu soru, testin son halindeki 15. soruya denk gelmektedir.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,15 olarak hesaplanan 26b. soru, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgilidir. Testteki, sadece üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme becerisine yönelik olan sorularda kullanılan nesnelerin renkli oldukları göz önünde bulundurulduğunda, bu nesnelerin karşılaştırılmasının beklendiği 26. soruda da benzer nesnelerin kullanılmasının, testin bütünlüğü açısından daha doğru olacağına karar verilmiştir. Ayrıca, bu soruda kullanılan üçgen piramit çiziminin, diğer çizimlerden farklı bir bakış açısıyla (tepeden görünümünün) çizilmesi nedeniyle, değiştirilmesi gerekli görülmüştür. Testin son halindeki 20. soru, bu sorunun yerine yazılmıştır. Nesnelerin renklendirildiği bu sorudaki üçgen piramit yerine, dörtgen piramit kullanılmıştır. Dikdörtgen prizmanın köşe sayısının, diğerlerinin köşe sayısından fazla olduğunun daha kolay tahmin edilebileceği düşünüldüğünden birinci alt maddedeki "...köşe sayısı en fazladır?" ifadesi "...köşe sayısı en azdır?" ifadesiyle değiştirilmiştir. Diğer alt maddelerde, doğru seçeneğin tüm alt maddede aynı olmasını engellemek amacıyla, "... en fazladır?" ifadesi tercih edilmiştir. Böylece 26b. sorudaki "...yüz sayısı en azdır?" ifadesi yerine, "...yüz sayısı en fazladır?" ifadesi kullanılmıştır.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili, ayırt edicilikleri sırasıyla 0,09 ve -0,06 çıkan 27b ve 27c. sorular, testten çıkarılmıştır. Çalışma grubu dikkate alındığında, bu sorularda kullanılan ağzı açık kapların, alan hesaplaması için uygun olmadığı düşünülmüştür. Bu nedenle kullanılan çizimlerin değiştirilmesine karar verilmiş ve böylece alan hesabı gerektiren bu sorular, hacim hesabı gerektiren sorulardan bağımsız bir şekilde yazılmıştır. Bu amaçla yazılan, testin son halindeki 22. soruda, aynı beceriye yönelik 15. soruda olduğu gibi küplerden oluşan yapıların kullanılmasının daha doğru olacağına karar verilmiştir. 22. sorunun alt maddeleri olan 22a ve 22b. sorularda, yine, dış yüzleri boyandığında hangi nesne için daha fazla/az boya harcanacağı sorulmuştur.

3.1.2.2.2. Madde ayırt edicilikleri 0,19 ile 0,30 arasında bulunan sorularda yapılan değişiklikler

Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili olan 3. soru dışındaki tüm sorular testten çıkarıldığı için ayırt edicilik indeksi 0,25 olan bu soru da testten çıkarılmıştır. Böylece, testin son halinde, üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşeniyle ilgili bir soruya yer verilmemiştir. Okul öncesinden itibaren, öğrencilerin matematik öğretim programında yer alan ve 1. sınıf programında

tekrar değinilen bu bileşenle ilgili soruların, sayıları üst gruptaki öğrencilerden daha az olsa da, alt gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından doğru yanıtlandığı belirlenmiştir. Bu nedenle, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinden biri olarak belirlenen ve iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma ve üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşenleri başta olmak üzere, diğer tüm bileşenlere temel oluşturduğu düşünülen bu bileşenin, belirlenen çalışma grubu için hazırlanan 3BGT’de yer almasının gerekli olmadığına karar verilmiştir.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,25 bulunan 8. soruyu öğrencilerin çoğu doğru yanıtlanmıştır ($p=0,93$). Testin son halinde 1. soruya denk gelen bu sorudaki silindirin dışındaki seçenekler yeniden düzenlenmiştir. Seçeneklerde yer alan dikdörtgen prizmanın, öğrencilerin sıklıkla karşılaştıkları prizmalardan daha farklı olmasına dikkat edilmiş ve çeldiriciler, daha güçlü hale getirilmeye çalışılmıştır.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili olan ve ayırt edicilik indeksi 0,21 hesaplanan 10. sorunun testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu bileşenle ilgili testte yer alan diğer soruların yeterli olacağı düşünüldüğünden, güçlük indeksi 0.90 olan bu sorunun düzeltilmesi yoluna gidilmemiştir.

Madde ayırt edicilik indeksi 0,25 bulunan 15a. soruda kullanılan prizmanın yüzeylerinin daha net bir şekilde görünebilmesi için sorudaki renklendirmeler, daha anlaşılır bir şekilde yeniden yapılmıştır (testin son halindeki 9a. soru).

Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili ayırt edicilik indeksi 0,28 bulunan 22b. soruda yapılan değişiklikler, ” Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler” başlığı altında 22c. soru için yapılan değişikliklerle birlikte anlatılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili olan 26a. sorunun ayırt edicilik indeksi 0,21 bulunmuştur. Bu soruda yapılan değişiklikler, bir önceki ” Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler” başlığı altında 26b. soru için yapılan değişikliklerle birlikte sunulmuştur.

3.1.2.2.3. Madde ayırt edicilikleri 0,30 ve üzerinde bulunan sorularda yapılan değişiklikler

İkinci taslak testin uygulanmasının ardından yapılan madde analizleri sonucunda, testteki 35 sorunun ayırt edicilik indeksleri 0,29’un üzerinde bulunmuştur. Araştırmacının, uygulama sırasında ve sonrasında fark ettiği sorunlar nedeniyle, bazı sorularda değişiklikler yapılmıştır.

Üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeniyle ilgili 18. sorunun ayırt edicilik indeksi, 0,43 hesaplanmıştır. Ancak bu soruda kullanılan silindirin köşeli olmaması nedeniyle,

öğrencilerin çizimleri köşesi olanlar-olmayanlar şeklinde de gruplayabilecekleri fark edilmiştir. Bu durum, iki boyut-üç boyut farkını bilen öğrencilerin de bu şekilde bir gruplama yoluna gidebileceklerini düşündürmüştür. Öğrencilerin, iki boyutlu-üç boyutlu nesneye ait olma durumuna göre çizimleri gruplandırmalarının beklendiği, testin son halindeki 5. soruya denk gelen bu soruda, silindir yerine dikdörtgen piramidin kullanılmasının daha uygun olacağına karar verilmiştir.

Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeniyle ilgili olan 26c. sorunun ayırt edicilik indeksi 0,46 hesaplanmıştır. 26. sorunun tüm alt maddelerinde aynı nesnelerin karşılaştırılması gerektiğinden 26a. ve 26b. sorularda yapılan değişiklikler, bu soruya da yansımıştır. Bu soruda yapılan değişiklikler, " Madde ayırt edicilikleri 0,19 ve altında bulunan sorulara yönelik yapılan değişiklikler" başlığı altında 26b. soru için yapılan değişikliklerle birlikte anlatılmıştır.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeniyle ilgili, alan hesaplamasını gerektiren 27b ve 27c. soruların, farklı çizimlerin kullanıldığı bir soruyla yeniden yazılması nedeniyle, hacim hesabı gerektiren 27a. soruda da değişiklikler yapılmıştır. Soruya hacim karşılaştırmasını gerektiren bir alt madde daha eklenebilmiş, en az suyu alan kabın yanında, en fazla suyu alan kap da sorulmuştur. Böylece, alan hesabı gerektiren 22. soruda olduğu gibi bu soruda da (testin son halindeki 21. soru) iki alt madde kullanılmıştır. Kullanılan kaplardan ikisinin hacimlerinin eşit olması nedeniyle, kaplardan biri farklı hacimdeki bir kapla değiştirilmiş ve sorunun her iki alt maddesinde tek doğru seçeneğin olması sağlanmıştır.

3.1.3. 3BGT'nin uygulaması sırasında güvenilirlik ve madde analizlerine ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın test geliştirme sürecinde yapılan ikinci uygulama sonrasında da testte bazı değişikliklerin yapılması nedeniyle, testin güvenilirlik hesabı ve madde analizlerinin tekrar yapılması gerekli görülmüştür. Bu nedenle, araştırmanın uygulanması sırasında, 268 öğrenciden veri toplandıktan sonra testin güvenilirliği hesaplanmış ve madde analizleri tekrarlanmıştır. 2. sınıftan 74, 3. sınıftan 76, 4. sınıftan 61 ve 5. sınıftan 57 öğrencinin verileriyle yapılan ölçümde, KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,87 bulunmuştur. Yapılan madde analizleri sonucunda hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.3.'te sunulmuştur.

Tablo. 3.3. 3BGT'nin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
1	0,37	0,45
2	0,59	0,29
3	0,72	0,31
4	0,82	0,41
5	0,35	0,45
6	0,32	0,5
7a	0,82	0,45
7b	0,61	0,62
7c	0,65	0,63
8a	0,71	0,58
8b	0,72	0,59
8c	0,71	0,51
9a	0,42	0,44
9b	0,33	0,44
9c	0,65	0,34
10a	0,83	0,40
10b	0,57	0,31
10c	0,73	0,38
11a	0,54	0,47
11b	0,48	0,43
12	0,37	0,73
13a	0,61	0,62
13b	0,46	0,58
13c	0,28	0,56
13d	0,19	0,36
14a	0,42	0,59
14b	0,35	0,55
15a	0,69	0,51
15b	0,34	0,43
15c	0,21	0,38
16	0,52	0,48
17	0,35	0,66
18a	0,80	0,34
18b	0,79	0,48
18c	0,70	0,48
18d	0,69	0,44
18e	0,80	0,45
19	0,37	0,43
20a	0,64	0,40
20b	0,45	0,27
20c	0,72	0,38

[Tablo 3.3. (Devam) Testin *madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri*]

Soru maddesi	Güçlük indeksi (p)	Ayırt edicilik indeksi (r)
21a	0,73	0,31
21b	0,65	0,56
22a	0,51	0,28
22b	0,76	0,27

Tablo 3.3. incelendiğinde, maddelerin güçlük indekslerinin 0,19 ile 0,83 arasında değerler aldığı görülmektedir. Testteki, madde güçlük indeksleri 0,60'tan büyük olan 3, 4, 7a, 7b, 7c, 8a, 8b, 8c, 9c, 10a, 10c, 13a, 15a, 18a, 18b, 18c, 18d, 18e, 20a, 20c, 21a, 21b ve 22b. soruların kolay olduğu söylenebilir. Madde güçlük indeksleri 0,40-0,60 arasında bulunan; 2, 9a, 10b, 11a, 11b, 13b,14a, 16, 20b ve 22a. sorular, orta güçlük düzeyinde bulunmaktadır. Testteki; 1, 5, 6, 9b, 12, 13c, 13d, 14b, 15b, 15c, 17 ve 19. soruların güçlük indekslerinin 0,40'ın altında bulunması, bu soruların zor olduğunu göstermektedir. Bu durumda; testteki 23 sorunun kolay, 10 sorunun orta güçlükte ve 12 sorunun ise zor olduğu söylenebilir. Soruların ortalama güçlük düzeyinin 0,58 hesaplanması, testin orta güçlük düzeyinde olduğunu göstermektedir.

Madde ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde; 2, 20b, 22a ve 22b. soruların indekslerinin sırasıyla; 0,29, 0,27, 0,28 ve 0,27 olduğu görülmektedir. Bu sorularla ölçülmesi hedeflenen beceriler dikkate alındığında, soruların testte kalmasının uygun olduğuna uzman görüşü ile birlikte karar verilmiştir. Bu nedenlerle, ayırt edicilik indeksleri 0,30'a yakın olan, orta güçlükteki bu soruların testte kalmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Elde edilen bu bulgular sonucunda, testin uygulanmasına devam edilmiştir. Uygulamadan sonra yapılan analizlerde, madde analizleri yapılan bu 268 veri de veri setine dâhil edilmiştir.

3.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu başlık altında, öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme ile ilgili durumlarının, sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini sorgulayan araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

İki-4. sınıf öğrencilerinin, 45 soruluk 3BGT'den aldıkları puan ortalamaları, alınan en yüksek ve en düşük puanları incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 3.4.'te verilmiştir.

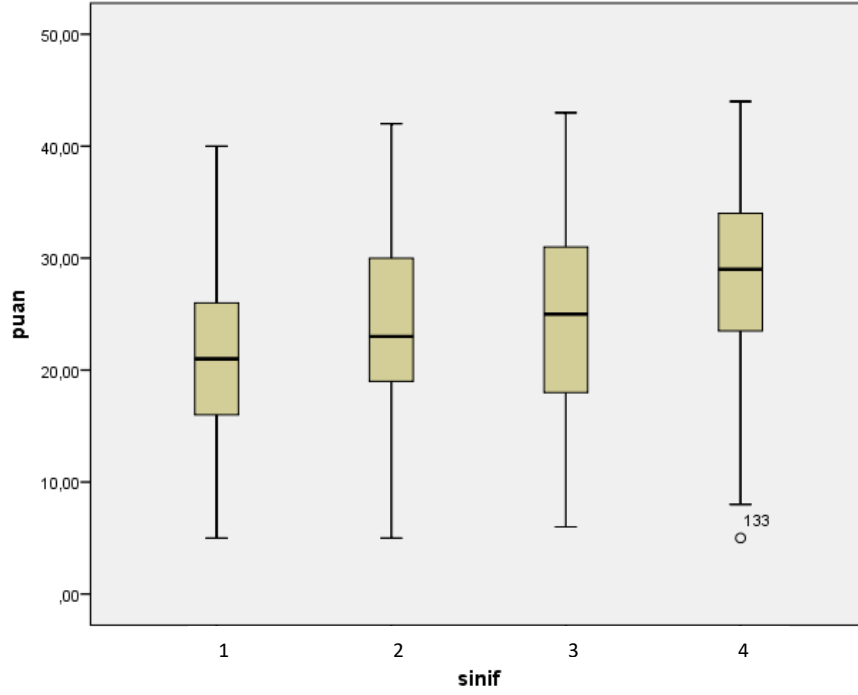
Tablo 3.4. 1.-4. Sınıf Öğrencilerinin, 3BGT'den Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	3BGT puanları			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	21,04	7,56	5	40
2	123	23,64	7,96	5	42
3	130	24,17	8,27	6	43
4	139	27,94	8,24	5	44
Toplam	520	24,28	8,38	5	44

Tablo 3.4.'teki, 3BGT'den alınan ortalama puanlar incelendiğinde, 4. sınıf öğrencilerine ait ortalama puanın 27,94 ile en yüksek, 1. sınıf öğrencilerinin ortalama puanının ise 21,04 ile en düşük puan olduğu görülmektedir. 2. sınıf öğrencilerinin 23,64 ve 3. sınıf öğrencilerinin ise 24,17 puana sahip olmaları, sınıf düzeyleri arttıkça testten alınan ortalama puanların da arttığını göstermektedir.

Sınıf düzeylerine göre alınan en yüksek ve en düşük puanlara bakıldığında, ortalama puanlarda olduğu gibi sınıf düzeyi arttıkça alınan en yüksek puanın da arttığı söylenebilir. Testten alınan en yüksek puanın 44 olduğu ve bu puanın 4. sınıfın düzeyine alındığı görülmektedir. Bu puanı sırasıyla; 3. sınıf düzeyindeki 43 puan, 2. sınıf düzeyindeki 42 puan ve 1. sınıf düzeyindeki 40 puan izlemektedir. Testten alınan en düşük puanın 5 olduğu ve 1, 2 ve 4. sınıf düzeylerinin üçünde de bu puanın alındığı görülmektedir. 3. sınıf düzeyinde ise testten alınan en düşük puan 6'dır.

Farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin testten aldıkları puanlar, kutu grafiği (box plots) kullanılarak da karşılaştırılmış ve oluşturulan grafik Şekil 3.1.'de sunulmuştur.



Şekil. 3.1. 1-4. Sınıf Düzeylerindeki Öğrencilerin 3BGT'den Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

Şekil 3.1.'deki grafik incelendiğinde, sınıf düzeyleri arttıkça medyan değerinin arttığı görülmektedir. 1, 2, 3 ve 4. sınıf düzeyleri için medyan değerleri sırasıyla; 21, 23, 25 ve 29 hesaplanmıştır. %25'lik sınırın (kutunun alt çizgisinin) 4. sınıf düzeyinde en yüksek değerde (23 puan) olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Bu değeri sırasıyla; 2. sınıftaki 19, 3. sınıftaki 18 ve 1. sınıftaki 16 puan izlemektedir. %75'lik sınıra (kutunun üst çizgisi) bakıldığında ise sınıf düzeyleri arttıkça bu sınırın değerinin de arttığı görülmektedir. Bu değer, 1. sınıf için 26, 2. sınıf için 30, 3. sınıf için 31 ve 4. sınıf için 34 olarak hesaplanmıştır.

Dördüncü sınıf düzeyinde alınan en düşük puanın 1. ve 2. sınıfta alınan puanla aynı (5 puan) olmasına rağmen, grafik incelendiğinde, bu değer uç değer olarak belirlendiği görülmektedir. 4 sınıf düzeyinde, bu puandan sonra alınan en düşük puan ise 8'dir. Başka bir ifadeyle, 4. sınıf için çizilen grafikte, kutu grafiği içerisinde yer alan en düşük puan 8'dir.

Bu bulgular, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin puanlarının; ortalama, medyan, en düşük ve en yüksek puanların da dikkate alınarak karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir. Öğrencilerin, 3BGT'den aldıkları puanlar ile buldukları sınıf düzeyleri arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı, Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen bulgular, Tablo 3.5.'te sunulmuştur.

Tablo 3.5. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin 3BGT'den Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	3261,174	3	1087,058	16,885	.000	1-3, 1-4, 2-4, 3-4
Gruplarıçi	33219,557	516	64,379			
Toplam	36480,731	519				

3BGT puanları arasında, sınıf düzeyleri bakımından anlamlı bir farkın olduğu Tablo 3.5.'te görülmektedir [$F_{(3-516)}=16,885$, $p<.05$]. İkili grup karşılaştırması için yapılan Scheffe Testi sonuçları, sınıf düzeyleri arasındaki bu anlamlı farkın; 1-3, 1-4, 2-4 ve 3-4 sınıf düzeyleri arasındaki anlamlı farklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bu anlamlı farklar, tüm ikili karşılaştırmalarda üst sınıflar lehine gerçekleşmiştir. Etki büyüklüğü için hesaplanan η^2 değerinin 0,089 olması, bulunan anlamlı farkın, ortaya yakın etki değerine sahip olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988). Başka bir ifadeyle, sınıf düzeyi değişkeni, 3BGT'den elde edilen puanlar üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahiptir.

Dördüncü sınıf düzeyinde alınan ortalama puan ile diğer sınıf düzeylerindeki ortalama puanlar arasında 4. sınıf lehine ayrı ayrı anlamlı farkların bulunmuş olması, bu sınıf düzeyinde alınan puanın, diğer tüm sınıf düzeylerinde alınan puanlardan anlamlı bir şekilde yüksek olduğunu göstermektedir. Sınıf düzeyleri arttıkça ortalama puanların artmasına rağmen, 1-2 ve 2-3 sınıflar arasındaki puan farkları anlamlı bulunmamıştır.

Birinci-4. sınıf düzeylerinde bulunan öğrencilerin, 3BGT'nin bileşenlerinden aldıkları puanların nasıl değiştiğinin de incelenmesi gerekli görülmüş, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin bileşenlere ilişkin becerilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle, testte 18 soru ile ölçülen "üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma" bileşenine ilişkin alınan puan ortalamaları ile en yüksek ve en düşük puanlar incelenmiş, elde edilen bulgular Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6. 1-4. Sınıf Öğrencilerinin Üç Boyutlu Nesnelerin Özelliklerini Fark Etme-Karşılaştırma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	10,39	4,01	2	17
2	123	10,35	4,08	1	17
3	130	9,54	4,33	1	18
4	139	10,87	3,99	1	17
Toplam	520	10,30	4,12	1	18

Tablo 3.6. incelendiğinde, 1-4. sınıf düzeylerinde, “üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma” bileşeninden alınan ortalama puanların birbirlerine yakın ve sırasıyla; 10,39, 10,35, 9,54 ve 10,87 olduğu görülmektedir. Bu değerler, en düşük ortalamanın 3. sınıf düzeyine ait olduğunu göstermektedir. En yüksek ortalamaya sahip olan 4. sınıf düzeyini sırasıyla 1. ve 2. sınıf düzeyleri izlemektedir. Bu bileşene ilişkin alınan en düşük puanın “1” olduğu ve 2, 3 ve 4. sınıf düzeylerinde bu puanın alındığı görülmektedir. 1. sınıfta alınan en düşük puan ise 2’dir. Bu bölümden alınabilecek en yüksek puan olan 18 puan, 3. sınıf düzeyinde alınmıştır. Diğer sınıf düzeylerinde ise alınan en yüksek puan 17’dir.

Öğrencilerin “üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma” bileşeninden aldıkları ortalama puanlarının sınıf düzeyleri ile ilişkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 3.7.’de sunulmuştur.

Tablo 3.7. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Özelliklerini Fark Etme-Karşılaştırma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p
Gruplararası	120,579	3	40,193	2,380	,069
Gruplarıçi	8712,621	516	16,885		
Toplam	8833,200	519			

Tablo 3.7.’de, sınıf düzeyi ile üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeninden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmektedir [$F_{(3-516)}=2,380$, $p>.05$]. Testteki, “üç boyutlu nesnelere tanıma” bileşenine ilişkin alınan puan ortalamaları ile en yüksek ve en düşük puanlar incelenmiş, elde edilen bulgular Tablo 3.8.’de verilmiştir.

Tablo 3.8. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Üç boyutlu nesneleri tanıma			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	1,12	1,10	0	4
2	123	1,38	1,18	0	4
3	130	1,22	1,16	0	4
4	139	1,81	1,28	0	4
Toplam	520	1,39	1,21	0	4

Tablo 3.8.'deki üç boyutlu nesneleri tanıma bileşeninden alınan puan ortalamaları incelendiğinde, en yüksek puanın 4. sınıfa ait olduğu (1,81) ve bu puanı sırasıyla 2. sınıfta alınan 1,38; 3. sınıfta alınan 1,22 ve 1. sınıfta alınan 1,12 puanın izlediği görülmektedir. Bu durumda en yüksek ortalama puanın 4. sınıf, en düşük ortalama puanın ise 1. sınıf düzeyinde alındığı anlaşılmaktadır. Alınan en yüksek ve en düşük puanlar incelendiğinde ise bu bileşenden alınabilecek en yüksek (4) ve en düşük (0) puanın tüm sınıf düzeylerinde alındığı görülmektedir. Öğrencilerin üç boyutlu nesneleri tanıma bileşeninden aldıkları puanlarının sınıf düzeyleri ile ilişkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 3.9.'da sunulmuştur.

Tablo 3.9. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesneleri Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	37,475	3	12, 492	8,821	,000	1-4, 2-4, 3-4
Gruplarıçi	730,708	516	1,416			
Toplam	768,183	519				

Sınıf düzeyi ile üç boyutlu nesneleri tanıma bileşeninden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu [$F_{(3-516)}=8,821, p<.05$] Tablo 3.9.'da görülmektedir. Sheffe Testi sonucu; bulunan anlamlı farkın; 1-4, 2-4 ve 3-4 sınıflar arasındaki 4. sınıf lehine olan anlamlı farklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bu sonuca göre, 4. sınıf düzeyindeki öğrenciler, üç boyutlu geometrik nesneleri tanıma bileşeninde, diğer sınıf düzeylerindeki öğrencilerden anlamlı bir şekilde yüksek puan almıştır. Sınıf düzeyi değişkeninin, üç boyutlu nesneleri tanıma bileşeninden alınan puanlar üzerindeki etki büyüklüğü hesaplanmış ve η^2 değeri 0,048 bulunmuştur. Bu değer, bulunan anlamlı farkın, orta etki değerine sahip olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988).

Testteki, “iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma” bileşenine ilişkin alınan puan ortalamaları ile en yüksek ve en düşük puanlar incelenmiş, elde edilen bulgular Tablo 3.10.’de verilmiştir.

Tablo 3.10. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin İki Boyut-Üç Boyut İlişkisini Kurma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	1,32	0,95	0	4
2	123	2,34	1,16	0	4
3	130	2,42	1,06	0	4
4	139	2,39	0,97	0	4
Toplam	520	2,12	1,13	0	4

Tablo 3.10.’da, 1-4. sınıf düzeyinde iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden alınan puan ortalamalarının sırasıyla; 1,32, 2,34, 2,42 ve 2,39 olduğu görülmektedir. Bu değerler, en yüksek ortalamanın, 3. sınıfa en düşük ortalamanın ise 1. sınıfa ait olduğunu göstermektedir. Bu bileşenden alınabilecek en yüksek puan (4) ve en düşük puan (0) tüm sınıf düzeylerinde alınmıştır. Öğrencilerin “iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma” bileşeninden aldıkları puanlarının sınıf düzeyleri ile ilişkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 3.11.’de sunulmuştur.

Tablo 3.11. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin İki Boyut-Üç Boyut İlişkisini Kurma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	108,778	3	36,259	33,479	,000	1-2, 1-3, 1-4
Gruplarıçi	558,845	516	1,083			
Toplam	667,623	519				

Sınıf düzeyi ile iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu [$F_{(3-516)}=33,47$, $p<.05$] Tablo 3.11.’de görülmektedir. İkili grup karşılaştırması için yapılan Scheffe Testi sonuçları, sınıf düzeyleri arasındaki bu anlamlı farkın; 1-2, 1-3, 1-4 sınıf düzeyleri arasındaki anlamlı farklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bu anlamlı farklar, tüm ikili karşılaştırmalarda üst sınıflar lehine gerçekleşmiştir. Bu sonuç, 1. sınıftaki öğrencilerin, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden aldıkları puanların diğer sınıf düzeylerindeki öğrencilerin puanından

anlamli bir sekilde dusek oldugunu gostermektedir. Sınıf düzeyi değişkeninin, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeninden alınan puanlar üzerindeki etki büyüklüğü hesaplanmış ve η^2 değeri 0,16 bulunmuştur. Bu değer, bulunan anlamlı farkın büyük etki değerine sahip olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988).

Öğrencilerin, “eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma” bileşenine ilişkin alınan puan ortalamaları ile en yüksek ve en düşük puanlar Tablo 3.12.’de verilmiştir.

Tablo 3.12. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Eş Nesnelere Oluşan Üç Boyutlu Yapıları Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	4,06	2,10	0	8
2	123	4,50	1,92	0	8
3	130	5,26	2,08	0	8
4	139	6,07	1,86	1	8
Toplam	520	5,00	2,13	0	8

Tablo 3.12.’deki eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeninden alınan puan ortalamaları incelendiğinde, sınıf düzeyi arttıkça ortalama puanların arttığı görülmektedir. 1-4. sınıf düzeylerinde alınan puanlar sırasıyla; 4,06, 4,50, 5,26 ve 6,07’dir. Bu bileşenden alınabilecek en yüksek puan 8’dir ve tüm sınıf düzeylerinde bu puana ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Alınan en düşük puanlar incelendiğinde ise 4. sınıf düzeyinde bu puanın 1, diğer sınıf düzeylerinde 0 olduğu görülmektedir. “Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma” bileşeninden aldıkları puanlarının sınıf düzeyleri ile ilişkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 3.13.’te verilmiştir.

Tablo 3.13. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Eş Nesnelere Oluşan Üç Boyutlu Yapıları Tanıma Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	313,498	3	104,499	26,208	,000	1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4
Gruplarıçi	2057,485	516	3,987			
Toplam	2370,983	519				

Sınıf düzeyi ile eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeninden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu [$F_{(3-516)}=26,20$, $p<.05$] Tablo 3.13.'te görülmektedir. Sheffe Testi sonucu; bulunan anlamlı farkın; 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4. sınıflar arasındaki üst sınıflar lehine olan anlamlı farklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bu sonuca göre, ikili gruplar arasından sadece 1-2. sınıflar arasında anlamlı bir puan farkının olmadığı anlaşılmaktadır. Sınıf düzeyi değişkeninin, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeninden alınan puanlar üzerindeki etki büyüklüğünün (η^2) 0,13 hesaplanması, bulunan anlamlı farkın, büyük etki değerine yakın olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988).

Bir diğer bileşen olan “üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama” bileşenine ilişkin alınan puan ortalamaları ile en yüksek ve en düşük puanlar Tablo 3.14.'te verilmiştir.

Tablo 3.14. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelere Alan ve Hacimleri Hesaplama Bileşeninden Aldıkları Puan Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimleri hesaplama			
		Ort.	Std. Sapma	En düşük puan	En yüksek puan
1	128	4,11	2,18	0	11
2	123	5,05	2,39	0	11
3	130	5,72	2,29	0	11
4	139	6,79	2,58	2	11
Toplam	520	5,45	2,56	0	11

Tablo 3.14.'te, sınıf düzeyi arttıkça üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeninden alınan puan ortalamalarının da arttığı görülmektedir. 1-4. sınıf düzeylerinde alınan puanlar sırasıyla; 4,11, 5,05, 5,72 ve 6,79'dur. Bu bileşenden alınabilecek en yüksek puan (11) tüm sınıf düzeylerinde alınırken en düşük puan (0) 1, 2 ve 3. sınıf düzeylerinde alınmıştır. 4. sınıf düzeyinde alınan en düşük puan ise 2'dir. Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeninden alınan puanlarının sınıf düzeyleri ile ilişkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 3.15.'te verilmiştir.

Tablo 3.15. 1-4. Sınıf Düzeylerinde Bulunan Öğrencilerin Üç Boyutlu Nesnelerin Alan ve Hacimlerini Hesaplama Bileşeninden Aldıkları Puanların ANOVA ile Karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	506,158	3	168,719	29,950	,000	1-2, 1-3, 1-4, 2-4, 3-4
Gruplarıçi	2906,824	516	5,633			
Toplam	3412,983	519				

Sınıf düzeyi ile üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeninden alınan puanlar arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu [$F_{(3-516)}= 29,95, p<.05$] Tablo 3.15.'te görülmektedir. Sheffe Testi sonucu; bulunan anlamlı farkın; 1-2, 1-3, 1-4, 2-4, 3-4 sınıflar arasındaki üst sınıflar lehine olan anlamlı farklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bu sonuca göre, ikili gruplar arasından sadece 2-3. sınıflar arasında anlamlı bir puan farkının olmadığı anlaşılmaktadır. Sınıf düzeyi değişkeninin, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeninden alınan puanlar üzerindeki etki büyüklüğünün (η^2) 0,14 hesaplanması, bulunan anlamlı farkın, büyük etki değerine sahip olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988).

3.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Bu başlık altında, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri arasındaki ilişkiyi sorgulayan araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Üç boyutta düşünmenin bileşenleri olan; üç boyutlu nesneleri tanıma, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma ve üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama becerileri arasındaki ilişkileri incelemek için korelasyon katsayıları hesaplanmış ve elde edilen bulgular Tablo 3.16'da sunulmuştur.

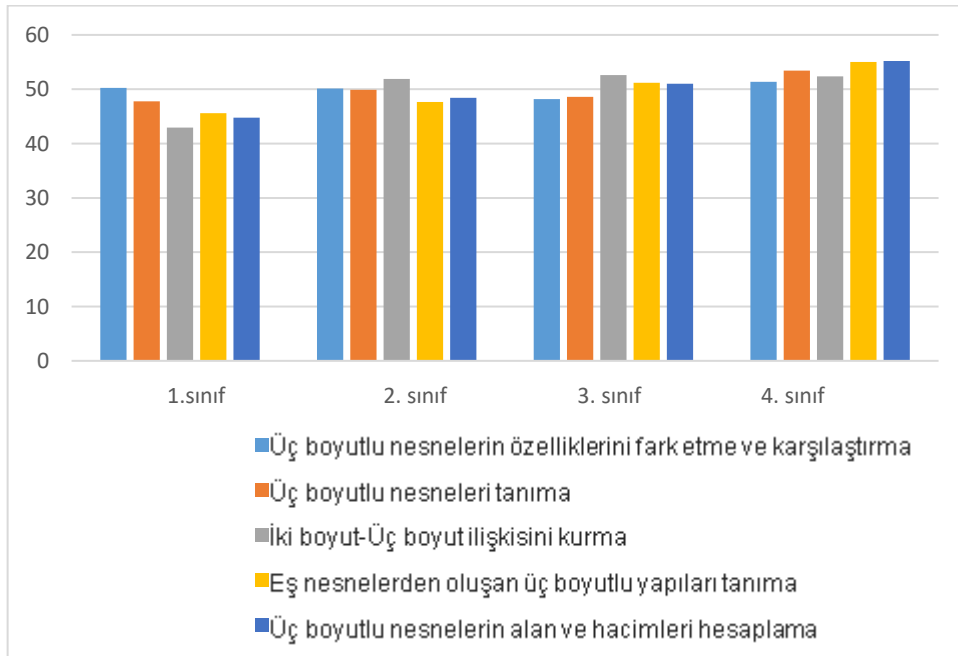
Tablo 3.16. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Bileşenleri Arasındaki Korelasyon

		Pearson Korelasyon katsayısı				
		3B nesnelere tanıma	3B nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma	2B-3B ilişkisini kurma	Eş nesnelere oluşan 3B yapıları tanıma	3B nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama
3B nesnelere tanıma	Pearson K.	1	0,360***	0,454***	0,425***	0,442***
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	520	520	520	520	520
3B nesnelere özelliklerini fark etme - karşılaştırma	Pearson K.	0,360***	1	0,353***	0,307***	0,314***
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	520	520	520	520	520
2B-3B ilişkisini kurma	Pearson K.	0,454***	0,353***	1	0,418***	0,523***
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	520	520	520	520	520
Eş nesnelere oluşan 3B yapıları tanıma	Pearson K.	0,425***	0,307***	0,418***	1	0,465***
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	520	520	520	520	520
3B nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama	Pearson K.	0,442***	0,314***	0,523***	0,465***	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	520	520	520	520	520

Tablo 3.16. incelendiğinde, üç boyutta geometrik düşünmenin tüm bileşenleri arasında pozitif orta düzeyde ve anlamlı ilişkilerin olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle, üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeni ile üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,36$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeni ile iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,35$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeni ile eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,30$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelere tanıma bileşeni ile üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,31$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma ile iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,45$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma ile eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni

arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,42$, $p<.05$), üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma ile üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,44$, $p<.05$), İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni ile eş nesnelere oluşturulan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,41$, $p<.05$), İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni ile üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,52$, $p<.05$) ve eş nesnelere oluşturulan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeni ile üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşeni arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,46$, $p<.05$) bulunmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme bileşenlerinin herhangi birinden aldıkları puan arttıkça diğerlerinden aldıkları puanların da artma eğiliminde olduğu söylenebilir.

1-4. sınıf öğrencilerinin 3BGT'nin bileşenlerine ilişkin aldıkları puanları karşılaştırmak için bu puanlar t puanlarına dönüştürülmüştür. Bunun nedeni, bileşenlerle ilgili soruların farklı sayılarda olması ve dolayısıyla bu bileşenlerden alınabilecek en yüksek puanların farklı olmasıdır. Farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerine ilişkin ortalama puanları Şekil 3.2.'deki grafikte karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.2. Farklı Sınıf Düzeylerindeki Öğrencilerin Üç Boyutta Geometrik Düşünme Bileşenlerine İlişkin Puanlarının Karşılaştırılması

Şekil 3.2.'deki grafik incelendiğinde, 1. sınıfta en yüksek puanın, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenine ait olduğu, bu bileşeni sırasıyla; üç boyutlu nesnelere tanıma, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama ve iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenlerinin izlediği görülmektedir.

2. sınıf düzeyine geçince, üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeni dışında, tüm bileşenlerden alınan puanlarda artışların olduğu görülmektedir. Diğer yandan, 1. sınıf düzeyindeki en düşük puanlı iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninin, 2. sınıf düzeyinde en yüksek puanlı bileşen olduğu görülmektedir. Üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeninden alınan puanda ise küçük bir düşüşün olduğu söylenebilir. Bu sınıf düzeyinde, en düşük puan, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşenine aittir.

3. sınıf düzeyine geçince, İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden alınan puanın arttığı ve 2. sınıf düzeyinde olduğu gibi bu düzeyde de en yüksek puanın, bu bileşene ait olduğu görülmektedir. Bu bileşeni sırasıyla; eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama, üç boyutlu nesnelere tanıma ve üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenleri izlemektedir. 3. sınıf düzeyine geçince, üç boyutlu nesnelere tanıma ve üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenlerinden alınan puanlarda azalmanın, diğer bileşenlerden alınan puanlarda ise artışın olduğu söylenebilir. Bu düzeyde hesaplanan üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeninin puanı, 1. sınıf düzeyinde alınan puandan da düşük bulunmuştur.

4. sınıf düzeyinde, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeni dışında, tüm bileşenlere ait puanların, 3. sınıf düzeyindeki puanlardan yüksek olduğu söylenebilir. Bu düzeyde, alınan en yüksek puan, üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine aittir. Bu bileşeni sırasıyla; eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma, üç boyutlu nesnelere tanıma, iki boyut-üç boyut ilişkisini anlama ve üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenleri izlemektedir.

Elde edilen bulgular, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ait en yüksek puanın 3. sınıf düzeyinde alındığını, diğer tüm bileşenlere ait en yüksek puanların ise 4. sınıf düzeyinde alındığını göstermektedir. Sınıf düzeyi arttıkça, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma ve üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenlerinden alınan puanlar da artmıştır. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşenine ait en düşük puan 3. sınıf düzeyinde alınırken diğer bileşenlere ait en düşük puanlar, 1. sınıf düzeyinde alınmıştır.

3.4. Sorular Bazında Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında, öğrencilerin 3BGT'deki yanıtlarında dikkat çeken önemli bulgulara yer verilmiştir. Bu bulguların, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme biçimlerine yönelik önemli ipuçları verebileceği ve bu nedenle ele alınmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. Elde edilen bulgular, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri dikkate alınarak ayrı başlıklarla sunulmuştur.

3.4.1. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme- karşılaştırma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular

Geliştirilen 3BGT'de, bazı nesnelerin farklı açılardan görünülerinin çizimlerine yer verilmiş ve bu çizimler üzerinden aynı sorular sorulmuştur. Bu durumda, öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar arasında bir farklılık olup olmadığının incelenmesinin önemli olduğu düşünülmüştür. Bu amaçla, öğrencilerin, küpün ve farklı açıdan görünümüleri çizilen iki üçgen prizmanın yüz sayılarının sorulduğu 7a., 7b. ve 7c. sorulara verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Bu sorularda kullanılan çizimler Şekil 3.3.'te verilmiştir.



Şekil 3.3. 3BGT'deki 7. Soru

Sol baştan sırasıyla; 7a, 7b ve 7c olarak adlandırılan alt sorulara verilen doğru yanıt sayıları, yüzdelik dilimlerle Tablo 3.17'de sunulmuştur.

Tablo 3.17. 3BGT'deki 7. Sorunun Alt Sorularına Verilen Doğru Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	Sorulara verilen doğru yanıt sayı ve oranları									
	7a		7b		7c		7b ve 7c		Tüm sorular	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	98	77	64	50	70	55	45	35	45	35
2.sınıf	95	77	66	54	77	63	58	47	57	46
3.sınıf	86	66	62	48	69	53	47	36	44	34
4.sınıf	111	80	89	64	94	68	80	58	76	55
Toplam	390	75	281	54	310	60	230	44	222	43

Tablo 3.17.'de, verilen üç soru içerisinde, doğru yanıtlanma yüzdesinin (%75) en fazla, dolayısıyla öğrenci performansının en yüksek olduğu sorunun 7a. soru olduğu görülmektedir. Bu soruyu, sırasıyla; %60 doğru yanıtlanma oranıyla 7c. ve %54 doğru yanıtlanma oranıyla 7b. sorular izlemektedir. Çalışma grubunun %43'ü ise üç soruya da doğru yanıt vermiştir.

Aynı nesneye ait farklı çizimleri içeren 7b. ve 7c. soruların verilen bu doğru yanıtlanma yüzdeleri, öğrencilerin, 7c. sorudaki performanslarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu iki soruyu da doğru yanıtlayanlar, çalışma grubunun %44'ün oluşturmaktadır.

Birinci sınıftan 2. sınıfa ve 3. sınıftan 4. sınıfa geçerken tüm soruların doğru yanıtlanma yüzdelerinde artışın olduğu; 2. sınıftan 3. sınıfa geçerken bu oranda azalmanın olduğu söylenebilir. Ayrıca, tüm sorular için doğru yanıtlanma yüzdesinin en düşük olduğu düzey 3.sınıf, en yüksek olduğu düzey ise 4. sınıf düzeyidir.

Bu soruları yanıtlarken öğrencilerin, nesnelerin sadece çizimde görünen yüzlerinin sayısını yazıp yazmadıkları da incelenmiştir. Çalışma grubundaki 29 kişi (%5.57), 7a. soruda, 43 kişi (%8), 7b. soruda, 33 kişi (%6.34) 7c. soruda, çizimlerdeki görünen yüzlerinin sayısını yanıt olarak yazmışlardır. Başka bir ifadeyle, 7a. soruya "3", diğer sorulara ise "2" yanıtını vermişlerdir. Her üç soruda da görünen yüzlerini sayısını yazan öğrenci sayısı 25'tir (%5).

Verilen küp için sadece görünen yüz sayısı olan "3" yanıtını yazan öğrencilerden ikisi 7a. ve 7b. sorulara sırasıyla 1-1, biri sırasıyla 2-1, biri ise sırasıyla 5-4 yanıtlarını vermiştir. Bu durumda, küpün görünen yüzlerinin sayısını belirten bir öğrencinin, bir üçgen prizmadaki yüz sayısını doğru belirttiği (5) ve birinde ise bir eksik sayıya (4) ulaştığı anlaşılmaktadır. Hem 7c hem de 7b. soruya "2" yanıtını veren 29 öğrencinin üçü,

küpün yüzlerinin sayısını doğru bir şekilde (6) belirtirken bir öğrencinin bu soru için yanıtı "8"dir.

Bu bulgular, sayıları fazla olmasa da bazı öğrencilerin nesnelerin sadece çizimlerindeki görünen yüzlerini sayma eğiliminde olduklarını ve bu durumun en fazla 7b. soruda gözlemlendiğini göstermektedir. Ayrıca, üçgen piramidin yüz sayısı için sadece görünen yüzlerinin sayısını yazdığı halde küpün tüm yüzlerinin sayısını doğru belirten öğrencilerin ve küpün sadece görünen yüzlerini yazdığı halde, üçgen piramidin tüm yüzlerinin sayısını doğru yazan öğrencilerin de varlığı ortaya konmuştur. Bu çelişkili durumlara rağmen elde edilen bulgular, herhangi bir soruda görünen yüzleri sayan öğrencilerin, genellikle diğer sorularda da aynı yolu izleme eğiliminde olduklarını göstermektedir.

3BGT'deki, farklı açıdan görünüşleri çizilen iki üçgen prizmanın ve dikdörtgen prizmanın köşe sayılarının sorulduğu 8a., 8b. ve 8c. sorulara öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Bu sorularda kullanılan çizimler Şekil 3.4.'te sunulmuştur.



Şekil 3.4. 3BGT'deki 8. Soru

Sol baştan sırasıyla; 8a, 8b ve 8c olarak adlandırılan bu sorulara verilen doğru yanıt sayıları, yüzdelik dilimlerle Tablo 3.18'de verilmiştir.

Tablo 3.18. 3BGT'deki 8. Sorunun Alt Sorularına Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	Sorulara verilen doğru yanıt sayısı ve oranları									
	8a		8b		8c		8a. ve 8b.		Tüm sorular	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	86	67	88	69	85	66	77	60	69	54
2.sınıf	84	68	77	63	72	59	70	57	59	48
3.sınıf	77	60	81	62	73	56	75	58	64	50
4.sınıf	98	71	103	74	93	67	92	66	83	60
Toplam	345	66	349	67	323	62	314	60	274	53

Tablo 3.18.'de, verilen üç soru içerisinde, 8b. sorunun, doğru yanıtlanma yüzdesi en fazla (%67) olan soru olduğu, bu soruyu, 8a. ve 8c. soruların izlediği görülmektedir. Her üç soruyu da doğru yanıtlayanlar çalışma grubunun %53'ünü oluşturmaktadır. Bu oran, öğrencilerin, testte, çizimleri verilen üç nesnenin de köşe sayısını belirlemedeki performanslarının, yüz sayısı belirlemedeki performanslarına göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Sorular tek tek incelendiğinde, öğrencilerin iki üçgen prizmanın da köşe sayılarını belirlemede daha başarılı oldukları, ancak dikdörtgen prizma için durumun farklılaştığı anlaşılmaktadır. Dikdörtgen prizmanın yüz sayısını doğru belirleyenlerin oranı %75 iken köşe sayısını doğru belirleyenlerin oranı %66'dır.

Aynı nesneye ait farklı çizimleri içeren 8a. ve 8b. sorularının doğru yanıtlanma yüzdeleri sırasıyla; ve %66 ve %67'dir. Öğrencilerin, 8a. sorudaki nesnenin yüz sayılarını belirlerken 8b. sorudaki nesneye göre daha fazla hata yapmışlardır, ancak köşe sayılarını belirlerken aynı fark gözlenmemiş, öğrenciler her iki soruda da benzer performans sergilemişlerdir. Bu iki soruyu da doğru yanıtlayanlar, çalışma grubunun %60'ını oluşturmaktadır.

Farklı sınıf düzeylerinde, soruların doğru yanıtlanma yüzdeleri incelendiğinde, tüm sorular için doğru yanıtlanma yüzdesinin en düşük olduğu düzey 2.sınıf, en yüksek olduğu düzey ise 4. sınıf düzeyidir. 8b ve 8c. sorular için en yüksek doğru yanıtlanma yüzdesine sahip 4. sınıf düzeyini sırasıyla; 1, 2 ve 3. sınıf düzeyleri izlerken 8a. soru için 4. sınıf düzeyini sırasıyla; 2, 1 ve 3. sınıf düzeyleri izlemektedir.

Öğrencilerin, soruları yanıtlarken nesnelere sadece çizimde görünen köşelerinin sayısını yazıp yazmadıkları da incelenmiştir. Çalışma grubundaki 107 kişi (%21), 8a. soruda, 114 kişi (%22), 8b. soruda ve 88 kişi (%17) 8c. soruda, çizimlerdeki görünen köşelerin sayısını yanıt olarak yazmışlardır. Yani, 8a. ve 8b. soruya "5", 8c. soruya ise "7" yanıtını vermişlerdir. 82 kişi (%16) her iki üçgen prizmada görünen köşelerin sayısını yazarken üç soruda da görünen yüzlerin sayısını yazan öğrenci sayısı ise 52'dir (%10).

8c. sorudaki dikdörtgen prizmanın köşe sayısı için “8” yanıtını yazan öğrencilerden 14’ü 8a ve 8c. sorulardaki üçgen prizmalar için görünen köşe sayısı olan “5” yanıtını yazmışlardır. Üçgen prizmaların her ikisi için doğru yanıt veren 14 öğrenci, dikdörtgen prizma için görünen köşelerin sayısı olan “7” yanıtını yazmıştır. Altı öğrenci 8a ve 8c. soruları doğru yanıtlarken 8b. soruda görünen köşe sayısını belirtmiştir. Sekiz öğrenci ise 8b ve 8c. soruları doğru yanıtlamış, ancak 8. soruda görünen köşe sayısını yazmıştır.

Bu bulgular, nesnelerin köşe sayılarını belirlerken görünen köşelerin sayısını belirten öğrencilerin azımsanmayacak sayıda olduğunu göstermektedir. Üçgen prizmaların her ikisinde de görünen köşe sayılarını belirten öğrencilerin çoğunun dikdörtgen prizma için de aynı yolu izlediği söylenebilir. Aynı şekilde dikdörtgen prizma için görünen köşe sayısını belirten öğrencilerin de çoğu üçgen prizmaların her ikisi için görünen köşe sayısını belirtmiştir. Ayrıca, bulgular, sorulardan bir ya da ikisinde görünen köşe sayısını belirtirken diğerine/diğelerine doğru yanıt veren öğrencilerin de olduğunu göstermektedir.

3BGT’deki 9a, 9b ve 9c. sorularda, sırasıyla; dikdörtgen prizma, üçgen prizma ve silindirin ayrıt sayıları sorulmaktadır. Bu sorularda kullanılan çizimler Şekil 3.5.’te verilmiştir.



Şekil 3.5. 3BGT’deki 9. Soru

Sol baştan sırasıyla; 9a, 9b, ve 9c olarak adlandırılan bu sorulara verilen doğru yanıt sayıları, yüzdelik dilimlerle Tablo 3.19.’da verilmiştir.

Tablo 3.19. 3BGT'deki 9. Sorunun Alt Sorularına Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	Sorulara verilen doğru yanıt sayısı ve oranları							
	9a		9b		9c		Tüm sorular	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	70	55	33	26	83	65	17	13
2.sınıf	44	36	38	31	84	68	22	18
3.sınıf	27	21	23	18	80	62	7	5
4.sınıf	43	31	44	32	69	50	11	8
Toplam	184	35	138	27	316	61	57	11

Tablo 3.19.'da, verilen üç soru içerisinde, doğru yanıtlanma yüzdesi en fazla olan sorunun %61 ile 9c. soru olduğu, bu soruyu, sırasıyla %35 ile 9a. ve % 27 ile 9b. soruların izlediği görülmektedir. Üç soruyu da doğru yanıtlayanlar çalışma grubunun %11'ni oluşturmaktadır. Bu oranlar, öğrencilerin, testte, ayrit sayısını belirlemedeki genel performanslarının, yüz ve köşe sayısını belirlemedeki performanslarından daha düşük olduğunu göstermektedir.

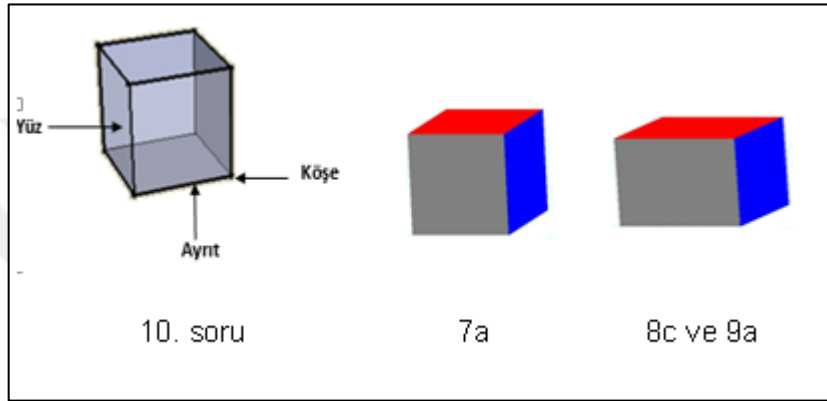
Farklı sınıf düzeylerinde, soruların doğru yanıtlanma yüzdeleri incelendiğinde, 9a. ve 9b. sorular için doğru yanıtlanma yüzdesinin en düşük olduğu düzeyin 3.sınıf, 9c. soru içinse 4. sınıf düzeyinin olduğu görülmektedir. Doğru yanıtlanma yüzdesinin en yüksek olduğu düzey ise 9a. soru için 1. sınıf, 9b. soru için 4. sınıf, 9c. soru içinse 2. sınıf düzeyidir. Her üç soruyu da doğru yanıtlayanların oranı 2. sınıf düzeyinde en yüksektir (%18). Bu sınıf düzeyini sırasıyla; %13 ile 1, %8 ile 4 ve %5 ile 3. sınıf düzeyleri izlemektedir.

Öğrencilerin, soruları yanıtlarken nesnelere sadece çizimde görünen ayritlarının sayısını yazıp yazmadıkları incelendiğinde, çalışma grubundaki 66 kişinin (13%) 9a. soruda "9", 149 kişinin (28,6%) 9b. soruda "8" yanıtını yazarak çizimlerdeki görünen ayritların sayısını belirttikleri görülmüştür. 35 kişi (%7) ise her iki prizmada görünen ayritların sayısını yazmıştır. Çalışma grubunun %61'inin doğru yanıtlandığı 9c. soruda ise grubun %23'ü (122 kişi) silindirin ayrit sayısı için "2" yanıtını vermiştir.

35 kişi 9a. sorudaki dikdörtgen prizmanın ayrit sayısını 12 olarak belirlerken, 9b. sorudaki üçgen prizma için görünen ayrit sayısı olan 8 yanıtını vermiştir. 7 öğrenci ise 9b. soruya doğru yanıt verirken 9a. soruda görünen yüz sayısı olan "9" yanıtını yazmışlardır. Beş öğrenci 9a. soruda görünen ayritların sayısını yazarken 9b ve 9c. sorulara doğru yanıt vermiş, 27 kişi ise 9b. soruda görünen ayritların sayısını belirtirken 9a ve 9c. soruya doğru yanıt vermiştir. Gözlenen bu farklı durumlara rağmen, prizmaların birinde görünen ayrit sayısını yazan öğrencilerin, genellikle diğerinde de görünen ayrit

sayısını yazma eğiliminde oldukları söylenebilir. Bu bulgular, öğrencilerin ayrıt sayısını belirlemede daha fazla güçlük yaşadıkları yönünde ipuçları vermektedir.

Testteki 10. soruda, verilen şeffaf bir küpün ayrıt köşe ve yüz sayıları sorulmuştur. 7a. soruda boyalı bir küpün yüz sayısı, 8c. soruda boyalı bir dikdörtgen prizmanın köşe sayısı, 9a. soruda ise ayrıt sayısı sorulmuştur. Bu durum, öğrencilerin şeffaf ve boyalı prizmaya üzerinden sorulan aynı sorulara verdikleri yanıtları karşılaştırılmasının önemli bulgular sunabileceğini düşündürmüştür. 10. sorudaki şeffaf küp çizimi ve diğer sorulardaki boyalı prizma çizimleri Şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6. 3BGT'deki 7a, 8c, 9a ve 10. Sorularda Kullanılan Çizimler

Şekil 3.6.'daki boyalı ve şeffaf prizmalar üzerinden sorulan sorulara verilen yanıtlar karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 3.20.'de verilmiştir.

Tablo. 3.20. 3BGT'deki 7a-10c, 8c-10a ve 9a-10c Sorulara Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	Soruların çeşitlerine göre doğru yanıtlanma oranları											
	Yüz sayısı				Köşe sayısı				Ayrıt sayısı			
	7a		10c		8c		10a		9a		10b	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	98	77	82	64	85	66	91	71	70	55	89	70
2.sınıf	95	77	82	67	72	59	98	80	44	36	57	46
3.sınıf	86	66	77	59	73	56	96	74	27	21	51	40
4.sınıf	111	80	101	78	95	68	113	81	43	31	50	36
Toplam	390	75	342	66	323	62	398	77	184	35	247	48

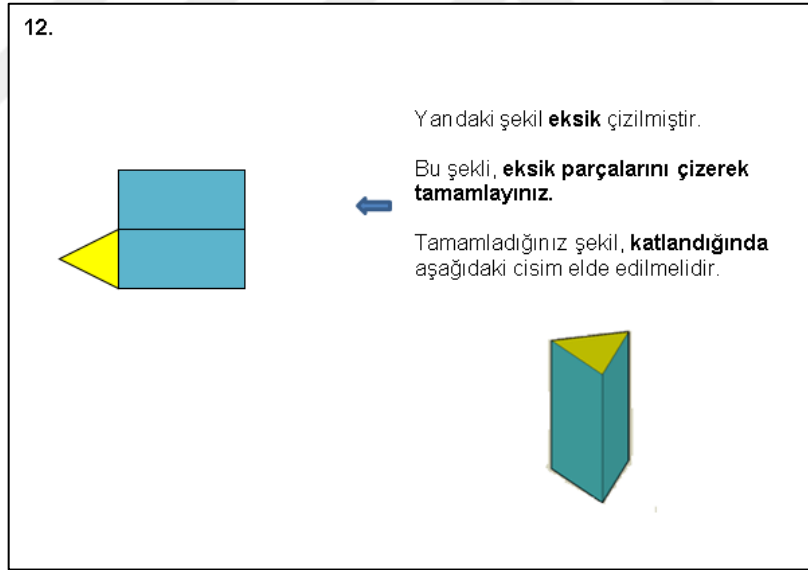
Tablo 3.20 incelendiğinde, 7a'daki boyalı dikdörtgen prizmanın yüz sayısını doğru yazan öğrencilerin oranı %75 iken 10. sorudaki şeffaf küpün yüz sayısını doğru yazan

öğrencilerin oranı %66'ya düştüğü söylenebilir. 8c. sorudaki boyalı prizmanın köşe sayısının doğru yazılma oranı %62 iken 10a. sorudaki şeffaf küp için bu oran %77'ye çıkmıştır. Ayrıt sayısının sorulduğu 9a. soruyu öğrencilerin %35'i, 10b. soruyu ise %48'i doğru yanıtlamıştır.

Bu durumda, öğrenciler, köşe ve ayrıt sayılarını hesaplarken şeffaf küpün bulunduğu 10. soruda daha yüksek performans gösterirken yüz sayısını hesaplarken boyalı prizmanın bulunduğu soruda daha yüksek performans göstermişlerdir. Sınıf düzeylerine ayrı ayrı bakıldığında da aynı durum gözlenmektedir. Örneğin, 2. Sınıf düzeyinde, 7a. sorunun doğru yanıtlanma oranı %77 iken 10c. soruda bu oran %67'ye düşmüştür. 8c. soruda doğru yanıtlanma oranı %59 iken 10a. soruda %80'e; 9a. soruda %21 iken 10b. soruda %40'a yükselmiştir.

3.4.2. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular

3BGT'de iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine yönelik 12. soru Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. 3BGT'deki 12. Soru

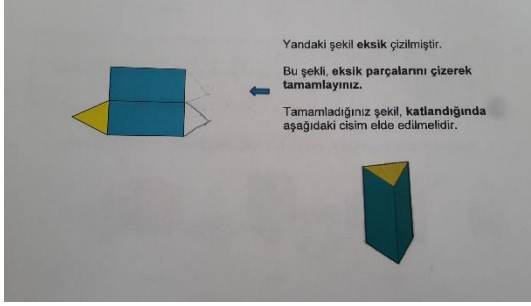
Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtların, onların üç boyutlu nesnelerin açınımına ilişkin becerileri hakkında önemli bilgiler vereceği düşünülmüştür. Bu soruya verilen farklı yanıtlar ve yüzdeleri Tablo 3.21.'de sunulmuştur.

Tablo 3.21. 3BGT'deki 12. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

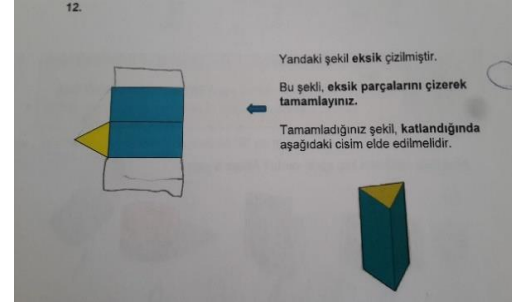
	12. soru için verilen yanıtlar ve oranları									
	Eksik iki parçayı da doğru şekilde ve yerde çizenler		Eksik parçalardan birini doğru şekilde ve yerde çizenler		Eksik iki parçayı da doğru sadece birini doğru yerde çizenler		Eksik parçalardan birini doğru şekilde ve yerde çizip ilgisiz parça ekleyenler		Eksik parçalardan birini yanlış şekilde, yanlış yerde çizenler	
Sınıf Düzeyi	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	24	19	26	20	2	2	10	8	39	30
2.sınıf	47	38	21	17	9	7	8	7	40	33
3.sınıf	44	34	25	19	5	4	7	5	27	21
4.sınıf	55	40	25	18	11	8	3	2	37	27
Toplam	170	33	97	19	27	5	28	5	143	28

Öğrencilerin 12. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde, bu sorunun öğrencilerin %33'ü (170'i) tarafından doğru yanıtladığı Tablo 3.21.'den anlaşılmaktadır. Sınıf düzeyleri karşılaştırıldığında, 4. sınıfın %40 ile en yüksek doğru yanıtlama yüzdesine sahip olduğu ve bu sınıf düzeyini %38 ile 2. sınıfın, %34 ile 3. sınıfın ve %19 ile 1. sınıfın izlediği görülmektedir.

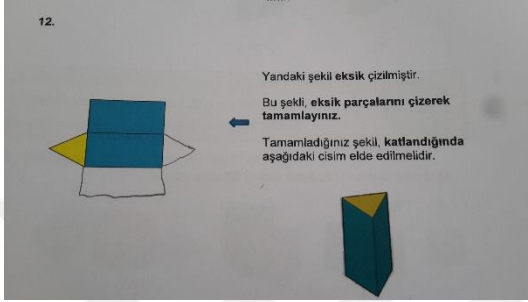
Yapılan çizimler incelendiğinde, öğrencilerin %19'unun eksik parçalardan birini doğru şekilde ve doğru yerde çizdiği, diğer parçayı çizmediği ve bu yanıtın tüm sınıf düzeylerinde birbirine oldukça yakın oranlarda verildiği görülmektedir. Öğrencilerin %5'inin eksik iki parçayı da doğru şekilde çizdiği, ancak birinin yerini yanlış belirlediği ve bu yanıtın en fazla 11 kişi ile 4. sınıfta verildiği anlaşılmaktadır. Eksik parçalardan birini doğru şekilde ve yerde çizip ilgisiz parça eklediği gözlenen öğrenciler, çalışma grubunun %5'ini oluşturmaktadır. Bu yanıt, 10 kişi ile en fazla 1. sınıf düzeyinde verilmiştir. Öğrencilerin %28'inin ise eksik parçalardan birini doğru şekilde, ancak yanlış yerde çizdiği ve bu çizimin tüm sınıf düzeylerinde birbirine oldukça yakın oranlarda kullanıldığı görülmektedir. Şekil 3.8.'de bu soruya verilen dört farklı öğrenci yanıtı yer almaktadır.



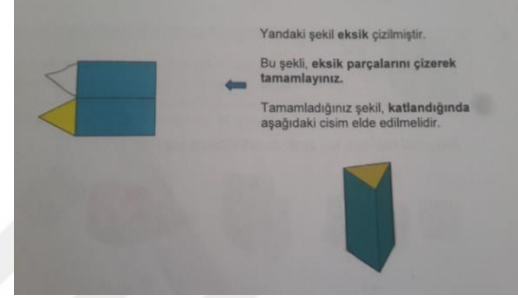
1.Çizim



2. Çizim



3.Çizim

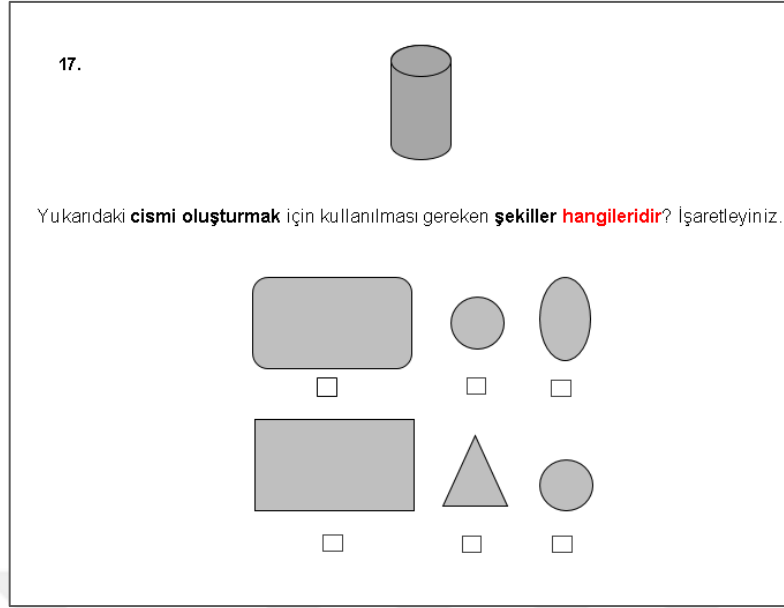


4.Çizim

Şekil 3.8. 3BGT'deki 12. Soruya Verilen Dört Farklı Yanıt

Şekil 3.8.'de verilen bir 3. sınıf öğrencisine ait olan ilk çizimde, öğrencinin eksik parçalardan sadece birini (üçgeni) doğru şekilde ve yerde çizdiği görülmektedir. Bir 1. sınıf öğrencisinin yaptığı ikinci çizimde ise öğrenci, eksik parçalardan birini (dikdörtgeni) doğru şekilde ve yerde çizmiş, ancak çizimine fazladan bir dikdörtgen eklemiştir. 3. çizimi yapan 4. sınıf öğrencisinin ise her iki parçayı da doğru şekilde ve yerde çizerek soruyu doğru yanıtladığı görülmektedir. Bir 2. sınıf öğrencisinin yanıtı olan 4. çizimde ise öğrencinin sadece tek parçayı (üçgeni) doğru şekilde, ancak yanlış yerde çizdiği anlaşılmaktadır.








3BGT'deki, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeniyle ilgili 17. soruya ilişkin yanıtlar incelendiğinde sıklıkla işaretlenen bazı yanıtlar dikkat çekmiştir. Bu yanıtların, öğrencilerin iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma becerileri ile ilgili ipuçları verdiği düşünülmüştür. 17. soru Şekil 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.9. 3BGT'deki 17. Soru

Şekil 3.9.'da görüldüğü gibi, 17 soruda öğrencilerden bir silindiri oluşturan parçaları, verilen altı parça arasından seçip işaretlemeleri istenmektedir. Bu soru için önemli olduğu düşünülen yanıtlar ve yüzdeleri Tablo 3.22.'de görülmektedir.

Tablo 3.22. 3BGT'deki 17. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	17. soruya verilen yanıtlar ve oranları													
														
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	17	13	12	9	29	23	18	14	16	13	11	8	4	3
2.sınıf	48	39	17	14	19	15	10	8	3	2	7	6	5	4
3.sınıf	57	44	9	7	25	19	9	7	6	5	3	2	1	1
4.sınıf	49	35	9	6	39	28	12	9	1	1	4	3	0	0
Toplam	171	33	47	9	112	22	49	9	26	5	25	5	10	2

Tablo 3.22. incelendiğinde, öğrencilerin % 33'ünün (171 kişinin) 17. soruya doğru yanıt verdiği anlaşılmaktadır. Farklı sınıf düzeylerinde, sorunun doğru yanıtlanma yüzdeleri incelendiğinde, doğru yanıtlanma oranının en yüksek olduğu düzeyin %44 ile 3. sınıf olduğu görülmektedir. 3. sınıf düzeyini sırasıyla %39 oranla 2. sınıf, %35 oranla 4. sınıf ve %13 oranla 1. sınıf izlemektedir.


Silindirin açınımı için dikdörtgen yerine ilk seçenekteki kapalı eğriyi işaretleyen öğrenciler çalışma grubunun % 22'sini temsil etmektedir. Bu yanıtın en fazla %28 oranla 4. sınıf düzeyinde verildiği ve sınıf düzeyini sırasıyla; 1, 3, ve 2. sınıf düzeylerinin izlediği görülmektedir. Dikdörtgen ve bir daireyi işaretleyen öğrencilerin oranınının % 9 olduğu ve bu yanıtın %14 oranla en fazla 2. sınıf öğrencileri tarafından verildiği görülmektedir. Dikdörtgen yerine ilk seçenekteki kapalı eğriyi ve bir daireyi işaretleyen öğrencilerin oranı %9'dur. Bu yanıt en fazla 1. sınıf öğrencileri tarafından verilmiştir (%14).


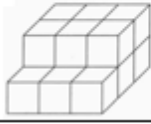
Öğrencilerin %5'inin elips ve bir daireyi işaretlediği ve bu yanıtın %13 oranla en fazla 1. sınıf düzeyinde verildiği anlaşılmaktadır. Sadece iki daireyi işaretleyen öğrenciler, çalışma grubunun %5'ini temsil ederken ve yanıtın %8 oranla en fazla 1. sınıf öğrencileri tarafından verildiği söylenebilir. Ayrıca; 1, 2 ve 3. sınıftan toplam 10 öğrencinin, sadece ilk seçenekteki kapalı eğriyi, 1. sınıftaki altı öğrencinin sadece elipsi, 1 ve 2. sınıf düzeylerindeki üç öğrencinin sadece dikdörtgeni işaretlediği fark edilmiştir.

12. ve 17. soruya ilişkin bulgular, bu sorulara verilen doğru yanıt oranlarında 1. sınıftan sonra belirgin bir artışın (bir sıçramanın) olduğunu ve diğer sınıf düzeylerinde bu oranların yakın değerlerde olduğunu göstermektedir.

3.4.3. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular

3BGT'deki 14. soru incelendiğinde eş küplerden oluşan yapılardaki küp sayısı arttıkça öğrencilerin küp sayısını belirlemedeki performanslarında azalmanın olduğu fark edilmiştir. 14. soru Şekil 3.10.'da verilmiştir.

14.  Bu bir küptür.
Aşağıdaki yapılarda kaç tane küp bulunmaktadır? Tablo da yazınız.

YAPI	KÜP SAYISI



Şekil 3.10. 3BGT'deki 14. Soru

Öğrencilerin bu sorulara verdikleri önemli bulunan yanıtlar ve bu yanıtların sınıf düzeylerine göre dağılımı incelenmiş ve Tablo 3.23.'te sunulmuştur.

Tablo 3.23. 3BGT'deki 14. Soruya Verilen Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	14. soruya verilen yanıtlar ve oranları											
	14. soruyu doğru yanıtlayanlar		14a. soruda görünen küp sayısını yazanlar		14b. soruyu doğru yanıtlayanlar		14b. soruda görünen küp sayısını yazanlar		İki soruyu doğru yanıtlayanlar		İki soruda görünen küp sayısını yazanlar	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	36	28	84	66	22	17	50	39	14	11	44	34
2.sınıf	37	30	80	65	26	21	39	32	14	11	30	24
3.sınıf	61	47	55	42	62	48	25	19	43	33	21	16
4.sınıf	98	71	34	24	89	64	20	14	80	58	16	12
Toplam	232	45	253	49	199	38	134	26	151	29	111	21

Tablo 3.23.'te, 14a. soru için 4. sınıf düzeyinin %71 ile en fazla doğru yanıt oranına sahip olduğu görülmektedir. Bu oranı %47 ile 3. sınıf, %30 ile 2. sınıf ve %28 ile 1. sınıf düzeyleri izlemektedir. 1, 2 ve 4. sınıf düzeylerinde, 14b. soruyu doğru yanıtlama oranı 14a. soruya göre azalmıştır. Bu soru, 4. sınıf düzeyinde %64, 3. sınıf düzeyinde %48, 2. sınıf düzeyinde %21 ve 1. sınıf düzeyinde %17 oranla doğru yanıtlanmıştır. Her iki soru da sınıf düzeyi arttıkça doğru yanıtlama oranının arttığı söylenebilir.



Sadece görünen küp sayısını yazan öğrencilerin oranı 14a. soru için, 1. sınıfta %66 iken 2. sınıfta %65, 3. sınıfta %42 ve 4. sınıfta %24 olacak şekilde azalmıştır. 14b. soruda da yine bir azalmanın olduğu 1. sınıftaki öğrencilerin %39'unun bu soruda görünen küp sayısını yazdığını ve bu oranın, sınıf düzeyi arttıkça azalarak 2. sınıf düzeyinde %32, 3. sınıf düzeyinde %19 ve 4. sınıfta %14'e ye düştüğü görülmektedir.

Her iki soruyu doğru yanıtlayan öğrenciler grubun %29'unu oluştururken, 4. sınıfın %58 oranla 3. sınıfın ise %33 oranla her iki soruyu da doğru yanıtladıkları görülmektedir. 1. ve 2. sınıfta ise bu oran %11'dir. Sınıf düzeyi arttıkça bu oranın artma eğiliminde olduğu söylenebilir. Ayrıca her iki soruda görünen küpleri sayan öğrencilerin oranı %21'dir. Bu oran, sınıf düzeyi arttıkça azalmakta, 1. sınıfta %34 iken 4. sınıfta %12'ye düşmektedir.


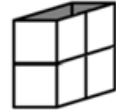

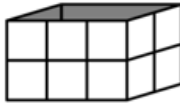
3.4.4. Üç Boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen bulgular

Testteki eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıların alan ve hacimlerini hesaplama bileşeniyle ilgili 13. sorunun öğrencilerde hacim kavramının gelişimi ile ilgili bazı önemli bilgiler sunacağı düşünülmüş ve bu soruya verilen yanıtlar incelenmiştir. 13. soru Şekil 3.11.'de verilmiştir.

13.

 Yandaki boş kutuyu doldurmak için  şeklinde 1 tane küp kullanılmaktadır.

Aşağıdaki boş kutuları doldurmak için kaç tane küp gerekir? Tabloda yazınız.

KUTU	KÜP SAYISI





Şekil 3.11. 3BGT'deki 13. Soru

Bu soruya verilen doğru yanıtların farklı sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 3.24.'te verilmiştir.

Tablo 3.24. 3BGT'deki 13. Soruya Verilen Doğru Yanıtların Karşılaştırılması

Sınıf Düzeyi	13. soruya verilen doğru yanıtların oranları								Tüm sorular	
	13a		13b		13c		13d			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.sınıf	64	50	39	30	19	15	7	5	2	2
2.sınıf	75	61	45	37	35	28	20	16	14	11
3.sınıf	85	65	59	45	34	26	25	19	20	15
4.sınıf	102	78	88	63	55	40	44	32	39	28
Toplam	326	63	231	44	143	28	96	18	75	14

Sınıf düzeyi arttıkça, öğrencilerin, 13c. soru dışındaki tüm sorulardaki doğru yanıtlanma oranlarında artışların olduğu Tablo 4.24.'te görülmektedir. Örneğin; 13a. sorunun 1. sınıfta doğru yanıtlanma oranı %50 iken, bu oran 2. sınıfta %61, 3 sınıfta %65 ve 4 sınıfta %78'e yükselmiştir. 13c. soru içinse 2. ve 3. sınıftaki oranlar sırasıyla %28 ve %26 bulunmuştur. 4. sınıfta %40 oranında doğru yanıtlanan bu soru, 1. sınıftaki öğrencilerin %19'u tarafından doğru yanıtlanmıştır. Ayrıca, her bir sınıf düzeyinde, kapların hacimleri arttıkça doğru yanıtlanma oranında azalmanın olduğu fark edilmektedir. 3. sınıf düzeyinde 13a. sorunun doğru yanıtlanma oranı %65 iken 13b. sorunun %45, 13c. sorunun %26 ve 13d. sorunun %19 olması bu duruma bir örnektir. 13. sorunun tüm alt sorularını doğru yanıtlayan öğrencilerin oranı ise %14'tür. Bu oranın da sınıf düzeyi arttıkça yükseldiği görülmektedir.

13. soru için görünen kare şeklindeki yüzleri yazan öğrencilerin olup olmadığı da incelenmiş ve 1. sınıftan 14 (%11), 2. sınıftan 7(%6) , 3. sınıftan 16 (%12) ve 4. sınıftan 10 kişi (%7) olmak üzere toplam 47 (%9) öğrencinin tüm sorular için kutulardaki görünen kare yüz sayısını yazdıkları belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın bulguları doğrultusunda ulaşılan sonuçlara, bu sonuçların ilgili alinyazına dayalı olarak tartışılmasına ve araştırma sonuçlarına dayalı çeşitli önerilere yer verilmiştir.

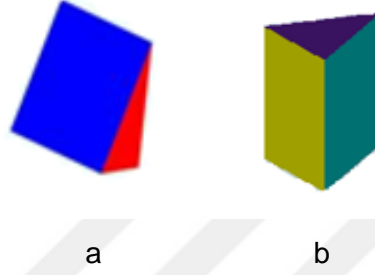
4.1. 3BGT'nin Nitelikleri ve Test Geliştirme Sürecine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada yapılan analizler 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemeye yönelik hazırlanan 3BGT'nin; geçerli, güvenilir ve kullanışlı olduğunu göstermektedir. Testin geliştirilmesi sürecindeki uygulamalar, üç boyutlu nesnelerin çizimle temsilinin kullanımının oldukça güç olduğunu, birçok değişkenin aynı anda göz önünde bulundurulmasının gerektiğini ortaya koymuştur. Örneğin; bir kare ve üçgen piramidi, sadece tabanları dışındaki iki üçgen yüzünün görüldüğü çizimlerinden ayırt etmek oldukça güçtür. Bu nedenle, öğrencilerden, üç boyutlu nesnenin özelliklerini çizim temsilleri üzerinden fark etmelerini beklemek için temsilin, üç boyutlu nesnenin değişmeyen özelliklerinin keşfedilmesini sağlayacak şekilde çizilmesi gerekmektedir.

Geliştirilen testte, üç boyutlu nesnelerin farklı yüzlerinin farklı renklerle belirtilmesinin, öğrencilerin üç boyutlu nesnelere algılamalarını kolaylaştıracağı düşünülmüştür. Özellikle üç boyutlu nesnelerin bazılarıyla hiç karşılaşmamış olan 1-4. sınıf düzeyindeki öğrenciler için bu renklendirmelerin yararlı olacağı düşünülmüştür. Uygulama sırasından öğrencilerin, kullanılan bazı renklendirmelerden etkilendiği ortaya çıkmıştır. İlk taslak testte, öğrencilere nesnelerin yüz sayılarının sorulduğu soruda (8. soru), onlara örnek olarak bir küp verilmiş ve üç boyutlu nesnelerin yüzünü ifade etmek için bu küpün bir yüzü kırmızı renkle işaretlenerek işaretli bölgenin “yüz” olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin bazılarının, sorudaki nesnelerin yüz sayılarını belirlerken sadece kırmızı yüze odaklanmaları ve araştırmacının müdahalesi sonucunda diğer renkteki yüzleri de dikkate alarak doğru yanıtla ulaşmaları, onların bu renklendirmelerden etkilendiğini göstermektedir. Bu sorun, testin son halinde, örnek olarak verilen yüzün sorularda kullanılmayan bir renkle gösterilmesiyle giderilmiştir. Özellikle 1. sınıfta karşılaşılan bu durum, öğrencilerin düşünülen farklı noktalara odaklanabildiklerini göstermektedir. Yine ilk taslak testte, dış yüzü birim karelerden oluşan boş bir kaba kaç tane birim küp sığacağı sorulduğu soruda (17. soru), çizimde görünen karelerin sayısının küp sayısına eşit olması, testin puanlanması sırasında sorunlara neden olmuştur. Bu soruyla aynı beceriyi ölçen diğer sorulara yanlış yanıt verdiği halde, bu soruyu doğru yanıtlayan öğrenciler gözlenmiştir. Testin son halinde giderilmiş olsa da bu gibi sorunlar, çizimle yapılan temsillerin özellikle ilkokulun ilk yıllarındaki öğrenciler için

ilgisiz değişkenlerin en az olacağı şekilde oluşturulmasının oldukça önemli olduğunu göstermektedir.

İlk taslak testte, öğrencilere nesnelerin ayırt sayısının sorulduğu bir soruda (10b. soru), iki yüzü görünen bir üçgen prizma kullanılmıştır (Şekil 4.1a). Madde analizleri sonrasında, oldukça zor ve düzeltilmesi gereken madde olarak belirlenen bu sorudaki çizim, daha anlaşılır olacağı düşüncesiyle üç yüzü görünen (Şekil 4.1b) bir üçgen prizmanın çizimi ile değiştirilmiştir.



Şekil 4.1. İlk Taslak Test ve Testin Son Halinde Aynı Soru için Kullanılan Üçgen Prizma Çizimleri

Bu düzenleme sonucunda, ilgili sorunun güçlük düzeyi 0.1 den 0,31'e ve ayırt edicilik indeksi. 0.27'den 0.43'e yükselmiştir. Bunun nedeni, üç yüzü görünen prizmanın zihinde canlandırılmasının, öğrencilere daha kolay gelmesi olabilir. Bu durum, diğerlerine göre daha fazla zihinden işlem gerektiren çizim temsilinin (Gutierrez,1992) kendi içinde de bir hiyerarşisi olduğunu, temsilin nesneyi en az bilgi kaybıyla ifade etmesinin en azından ilkokul öğrencileri için kolaylaştırıcı olabileceğini düşündürmektedir. Test geliştirme süreci, çizimle yapılan temsillerin; öğrenciler için kullanılması en güç temsiller olmasının (Gutierrez,1992) yanında, birçok değişkenin göz önünde bulundurulmasını gerektirdiğini ortaya koymuştur.

İlk taslak testte nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşenine ilişkin eşleştirmeli sorular, yapılan madde analizleri sonucunda değiştirilmiş ve ikinci taslak testte çoktan seçmeli olacak şekilde yeniden hazırlanmıştır. Çalışma grubundaki öğrenciler için oldukça kolay olan bu sorular, ayırt edici bulunmadıkları için testten çıkarılmıştır. Bu soruların çıkarılması, üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre konumlarını belirleme bileşenin de testten çıkarılmasına neden olmuştur. Bu durum, çalışma grubundaki öğrencilerde, grubun yaklaşık %95'i tarafından doğru yanıtlanan bu soruların gerektirdiği becerilerin gelişmiş olmasından kaynaklanabilir. NCTM (2000), okul öncesi-2 sınıf öğrencilerinin nesnelerin birbirlerine göre konumlarını "yanında" gibi kavramları kullanarak açıklayabilmelerinin gerektiğini savunmakta, Türkiye'de ise bu bileşenle ilgili kazanımlara okul öncesi ve ilkokul 1. sınıf matematik programlarında yer verilmektedir

(MEB, 2005). Öğrencilerden, iki nesnenin birbirilerine göre konumlarını; arkasında, önünde, sağında, solunda, içinde, altında ve üstünde kavramlarıyla yorumlamalarının beklendiği bu sorular, 1-4. sınıf öğrencilerinin, ilgili kavramlarla, okul öncesinden beri karşılaşmaları ve dönemin sonunda olmalarından dolayı ayırt edici bulunmamış olabilir. Bu öğrencilerin, Piaget (1960)'e göre ancak orta çocukluk döneminde tam anlamıyla geliştirilebilen, nesnelerin birbirilerine göre konumlarını belirleme bileşenine ilişkin hangi becerilere sahip oldukları ise hala açık değildir. Başka bir ifadeyle, bu beceriye ilişkin soruların testten çıkartılması, öğrencilerin bu bileşene ilişkin becerilerin tamamına sahip oldukları anlamına gelmemektedir.

Araştırmanın sonuçları, geliştirilen 3BGT'de öğrencilerin genellikle algılamakta güçlük yaşadıkları (Ben-Haim, Lappan ve Houang, 1985; Gutierrez,1992) çizim temsilinin kullanılmasının, onların, önemli zihinsel eylemleri gerçekleştirmeye başladıklarını belirlemek için önemli bir tercih olduğunu göstermektedir. Testin, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları ile ilgili önemli bilgiler vereceği, bu durumlarının, farklı değişkenlerle karşılaştırılması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, her yıl üç boyutta geometrik düşünmeye yönelik yeni deneyimler edinen ilkökul öğrencilerinin, öğretim sonucunda, üç boyutta geometrik düşünme durumlarındaki gelişiminin gözlenmesi açısından da testin kullanışlı olduğu düşünülmektedir.

4.2. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Durumunun Sınıf Düzeyiyle İlişisine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada, sınıf düzeyi arttıkça 3BGT'den alınan ortalama puanların artması ve sınıf düzeyi ile test puanları arasında anlamlı ilişkinin bulunması, ilkökul öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının sınıf düzeyine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir. 2-3. sınıf düzeyleri dışında, tüm sınıf düzeyleri arasında anlamlı puan farklarının bulunması, en az gelişimin bu iki sınıf düzeyi arasında gerçekleşmiş olabileceğini göstermektedir. Sınıf düzeyine bağlı bu gelişimin bir nedeni, üç boyutlu bir nesnenin çizim temsilinin anlaşılması için nesnenin elemanlarının fark edilmesinin yanında o nesnenin bir bütün olarak zihinde canlandırılmasının gerekli olması (Deregowski ve Bentley,1987) olabilir. Çizimi verilen bir üç boyutlu nesnenin zihinde canlandırılması uzamsal yetenek gerektirmekte ve bu yetenek deneyime bağlı olarak hiyerarşik aşamalarla gelişmektedir (Guay ve McDaniel,1977). Sınıf düzeyi arttıkça edinilen deneyimler, bu yeteneğin gelişmesini sağlamış, dolayısıyla çizim temsillerinin anlaşılmasını kolaylaştırmış olabilir.

Alınabilecek en yüksek puanın 45 olduğu 3BGT'den, alınan en düşük ve en yüksek puanlar incelendiğinde, 1. sınıfta 40, 2. sınıfta 42, 3. sınıfta 43 ve 4. sınıfta 44 puana ulaşan öğrencilerin olması önemlidir. Bu öğrencilerin varlığı, öğretim programında, ancak nesnelere oluşturan parçaları fark etmelerinin, nesnelere yuvarlak-köşeli oluşlarına göre sınıflandırmalarının beklendiği 1. sınıf öğrencilerinin de aslında tahmin edilenden fazla beceriye sahip olabileceklerinin bir göstergesi olabilir. Yine küplerden oluşan bir yapının farklı açıdan görünümünün belirlenmesi, farklı yüzey alanlarına sahip nesnelere karşılaştırılması gibi önemli görselleştirme işlemleri gerektiren soruların bulunduğu testte, 42 puana ulaşan 2. sınıf öğrencilerinin varlığı, küçük sınıflarda, üç boyutta düşünme becerilerinin programdan bağımsız gelişebileceğini göstermektedir. Ayrıca, alınan en düşük puanlar incelendiğinde, 3. sınıfta 6 ve diğer sınıflarda 5 puan alan öğrencilerin varlığı, bazı öğrencilerin sınıf ortalamalarının oldukça altında performans gösterdiklerine işaret etmektedir. Bu sonuçlar, van Hiele'nin bir çocuğun, yaş olarak kendisinden büyük bir çocuktan daha üst düzeyde geometrik düşünmeye sahip olabileceği düşüncesini destekler niteliktedir. Bunun yanında, sınıf düzeylerine bağlı olarak gözlenen puanın artması ve bulunan anlamlı puan farkları, öğrencilerin okul programlarında yer alan konular sayesinde, her geçen yıl üç boyut geometrisine yönelik daha fazla deneyim edinmelerinin bir sonucu olabilir. Bu sonuç, aslında, öğrencilerin üç boyutta gelişimlerinin genellikle sınıf düzeylerine bağlı; ancak zaman zaman bu düzeyden bağımsız da gelişebileceğini göstermektedir.

NCTM (2000), okul öncesi-2. sınıf düzeyindeki öğrencilerin üç boyutlu nesnelere özelliklerini ve onları oluşturan parçaları açıklayabilmelerinin, temsillerini kullanabilmelerinin, 3-5. sınıf düzeylerinde ise nesnelere özelliklerini analiz edip onları bu özelliklerine göre sınıflandırabilmelerinin gerektiğini savunmakta, Türkiye'deki 1-4. sınıf matematik öğretim programında, üç boyutlu nesnelere özelliklerinden ilk defa 2. sınıfta bahsedilmekte ve bu düzeyde; köşe, ayırıt, yüz özelliklerinin fark edilmesi hedeflenmektedir. 3. sınıfta ise açınımların verilmesiyle, üç boyutlu nesnelere parçalarının zihinde canlandırılması beklenmektedir (MEB, 2013). Bu durumda, nesnelere özelliklerinin fark edilmesi açısından sınıf düzeyine bağlı bir gelişimin beklendiği anlaşılmaktadır. Bu araştırmada ise 1-4. sınıf düzeylerinde bulunan öğrencilerin, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeninden aldıkları puanlar çok yakın değerlerde bulunmuştur. Öğrencilerinin, üç boyutlu nesnelere özelliklerini fark etme-karşılaştırma bileşeninden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farkın bulunmaması önemli bir sonuçtur. Bu durumda, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin, çizimle temsil edilen üç boyutlu nesnelere, köşe, ayırıt ve yüz sayısını hesaplama, yüzlerinin hangi şekillerden oluştuğunu belirtmeye yönelik becerilerinin

benzer düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, bu sonuçlar sınıf düzeyleri arttıkça öğrencilerin üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etmeye ilişkin becerilerinin hiç gelişmediği şeklinde okunmamalıdır. Çizim temsiline kullanıldığı 3BGT’de, öğrencilerin bu temsil üzerinden üç boyutlu nesnelerin özelliklerini tam olarak fark edip etmediklerinin sorgulandığı unutulmamalıdır. Bu nedenle elde edilen bu sonuç, testteki çizimleri verilen üç boyutlu nesnelerin özelliklerini tam olarak belirleyebilmeleri açısından 1-4. sınıf düzeyleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu geometrik nesnelere tanıma bileşeninden aldıkları puan ile sınıf düzeyleri arasında, anlamlı bir ilişkinin bulunması, bu becerinin sınıf düzeylerine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir. Bulunan anlamlı farkın; 1-4, 2-4, 3-4 sınıf düzeyleri arasındaki anlamlı farklardan kaynaklanması, bu beceri açısından 4. sınıfta belirgin bir gelişmenin kaydedildiğinin bir göstergesi kabul edilebilir. Bu sonuç, iki boyutlu nesnelere üç boyutlu nesnelerin ayırt edilebilmesi ve benzer üç boyutlu nesnelerin fark edilmesine ilişkin becerilerin, ancak 9-10 yaşlarında geliştiğinin (Mitchelmore, 1980) bir işareti olabilir.

İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşeninden alınan ortalama puanlar ile sınıf düzeyleri arasında bulunan anlamlı ilişki, bu becerinin gelişiminin sınıf düzeyine bağlı olduğunu göstermektedir. Anlamlı farkın; 1-2, 1-3, 1-4 sınıflar arasındaki anlamlı farklardan kaynaklanması, 1. sınıftan sonra bu becerinin belirgin bir şekilde geliştiğini göstermektedir. Bulunan bu sonuç, çalışma grubundaki 6-7 yaşlarındaki 1. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu nesne ile açılımı arasındaki ilişkileri yeni fark etmeye başlamalarının ve açılımın oluşturacağı nesne hakkında henüz fikir sahibi olmamalarının (Piaget ve Inhelder, 1967) bir göstergesi olabilir. Ayrıca matematik öğretim programında açınımlar konusunun ilk defa 3. sınıfta yer almasına (MEB, 2014) rağmen 2. sınıfa geçince öğrencilerde gözlenen gelişim ve 2-3. sınıflar arasında anlamlı bir farkın olmaması önemli bir sonuçtur. Bu sonuç, öğrencilerin 1. sınıftan sonra, programdan bağımsız olarak üç boyutlu nesnelerin parçalarını zihinlerinde canlandırmaya başladıklarını düşündürmektedir.

Öğrencilerin, eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşeninden aldıkları puan ortalamalarının sınıf düzeyine göre anlamlı bir şekilde değişmesi, bu bileşendeki gelişimin de sınıf düzeyine bağlı olduğunun bir göstergesidir. Bu durumun, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin eş küpleri zihinde canlandırma ve sayma eylemlerinde daha gelişmiş stratejiler kullandıklarının (Battista ve Clements, 1996; Olkun, 2003b) bir işareti olduğu düşünülmektedir.

Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimleri hesaplama bileşeninden alınan puan ortalamalarının da sınıf düzeylerine göre anlamlı bir şekilde değiştiği bulunmuştur. Bu

sonucun, öğrencilerin alan hesaplarken; ancak birkaç şekil üzerinden edindikleri deneyim sonucunda birim kareleri kullanılabilmeleri (Heraud, 1987) ve birim küplerle hacim hesabının, sınıf düzeylerine bağlı olarak gelişmesinden (Battista ve Clements,1996; Olkun, 2003b), kaynaklandığı düşünülmektedir. Sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin geometrik şekil ve üç boyutlu geometrik nesnelere edindikleri deneyimler de artmaktadır.

Sonuçlar, ilkökul 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarının sınıf düzeylerine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir. Hem üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinden hem de testin genelinden alınan puanlar, ilkökul öğrencilerinin, üç boyutta düşünme becerilerinin 1. sınıftan itibaren gelişmeye başladığına işaret etmektedir. Sınıf düzeyi arttıkça bileşenlerden alınan puanlarda, zaman zaman azalmalar görünse de 4. sınıf öğrencileri tüm bileşenlerden en yüksek puanı almaları, öğrencilerin 4. sınıftan itibaren üç boyutta geometrik düşünmelerinin, tüm bileşenleriyle birlikte, belirgin bir şekilde geliştiğini düşündürmektedir.

4.3. Üç Boyuta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Öğrencilerin geometrik düşünmenin bileşenlerinden aldıkları puanlar arasındaki ilişkiler incelendiğinde, bir bileşenden alınan puan artarken diğerinden alınan puanlarda da artış gözlenmiş; tüm bileşenler arasında pozitif ve orta düzeyde ilişkiler bulunmuştur. Bu sonuç, çalışmanın çıkış noktalarından biri olan, 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumunun belirlenmesi için olabildiğince fazla bileşenin birlikte ele alınmasının gerekli olduğu düşüncesini desteklemektedir. Eş nesnelere oluşan yapılarıdaki küp sayılarını fark etmenin hacim hesabı ile ilişkili olduğu düşünülmekte ve hacim kavramı geliştikçe eş küpleri sayma stratejilerinin de geliştiği (Battista ve Clements, 1996; Battista ve Clements,1998; Battista; 2004, Olkun, 2003b) bilinmektedir. Dolayısıyla eş nesnelere oluşan yapıları fark etme bileşeni ile hacim hesaplama bileşenin ilişkili olduğu düşünülmektedir. Araştırmada, bu iki bileşenin birbirleriyle ve diğerleriyle olan ilişkilerinin aynı düzeyde bulunması önemli bir sonuçtur. Bu sonuç, aslında üç boyutlu nesnelere çizimlerden algılanmasının önemli zihinsel işlemler gerektirdiğinin ve dolayısıyla gelişen uzamsal yetenekle birlikte üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin de birlikte geliştiğini gösterebilir. Bu sonucun, ilgili konuda yapılacak öğretim için de yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Örneğin; matematik öğretim programında, nesnelere özelliklerinden 2. sınıfta bahsedilirken eş yapılardan ilk defa 4. sınıfta bahsedilmektedir (MEB, 2013). Bu iki becerinin birlikte gelişiyor olma

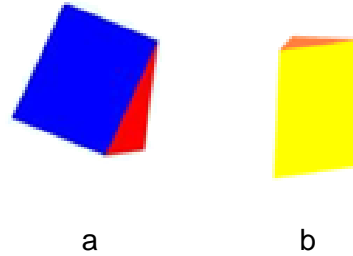
ihtimali göz önünde bulundurulduğunda, bileşenlerin birbirleriyle ilişkilendirilerek öğretimi konusunun dikkate değer olduğu söylenebilir.

4.4. Sorular Bazında Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Bu başlık altında, sorular bazında elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların tartışılması, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri dikkate alınarak ayrı başlıklarda sunulmuştur.

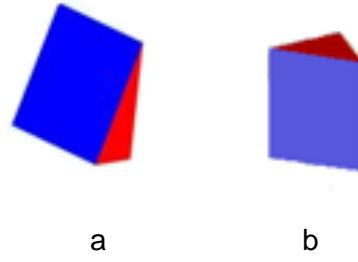
4.4.1. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme- karşılaştırma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma

Öğrencilerin, üç boyutlu nesnelerin yüzlerini sayarken küpün yüzlerini saymadaki performanslarının, üçgen prizmanın yüzlerini saymadaki performanslarından daha yüksek olması, küpteki tüm yüzlerin aynı şekilde olması ve bu durumun, öğrenciler için kolaylaştırıcı unsur (Cohen, 2003) olmasından kaynaklanabilir. Bu sonucun başka bir nedeni, öğrencilerin küp ile deneyimlerinin daha fazla olması olabilir. Ayrıca öğrenciler, farklı renk ve konumdaki üçgen prizmaların (Şekil 4.2) yüz sayılarını belirlerken farklı performanslar göstermişlerdir



Şekil 4.2. Testteki, Yüz Sayılarının Belirtilmesinin İstendiği İki Soru

Sınıf düzeyi arttıkça doğru yanıtlama yüzdeleri artsa da öğrenciler, tüm sınıf düzeylerinde, Şekil 4.2a'daki üçgen prizmanın yüz sayısını belirlerken daha fazla hata yapmışlardır. Öğrencilerin, testte, çizimleri verilen iki üçgen ve bir dikdörtgenler prizmasının köşe sayısını belirlemedeki performansları incelendiğinde, en fazla hatanın dikdörtgenler prizmasının köşe sayısının sorulduğu soruda yapıldığı görülmüştür. Ayrıca, öğrenciler, farklı renk ve konumdaki üçgen prizmaların köşe sayısını belirlerken de farklı performanslar göstermiş, Şekil 4.3a'daki üçgen prizmanın köşe sayılarını belirlemede daha fazla güçlük yaşamışlardır.



Şekil 4.3. Testteki, Yüz Sayılarının Belirtilmesinin İstendiği İki Soru

Konumları ve renkleri farklı iki üçgen prizmanın yüz ve köşe sayılarını belirlerken öğrencilerin farklı performanslar göstermelerinin nedeni, bir nesnenin şeklinden, renginden, konumundan bağımsız olarak tüm özelliklerinin fark edilebilmesinin, uzamsal ilişkilerin kullanılmasını gerektirmesi (Gutierrez, 1997) ve 1-4. sınıf öğrencilerinin uzamsal ilişkilerle ilgili becerilerin henüz yeterince gelişmemiş olması olabilir.

Dikdörtgenler prizması, üçgen prizma ve silindirin ayrıt sayılarının sorulduğu soruda ise doğru yanıt yüzdesinin en fazla olduğu soru, silindirin bulunduğu sorudur. Bu soruyu, sırasıyla dikdörtgenler prizmasının ve üçgen prizmanın yer aldığı sorular izlemektedir. Silindir sorusunun öğrencilerin büyük bir bölümü tarafından doğru yanıtlanmasının nedeni, ilkökul matematik öğretim programında, 2. sınıfta, silindir koni gibi nesnelerin ayrıtının olmadığı vurgulanması, 1. sınıfta, nesnelerin köşeli ve yuvarlak oluşlarına göre sınıflanması olabilir. Bunun yanında, öğrencilerin, silindirin ayrıtının olmadığı bilgisini, nedeninden habersiz, ezberlemiş olmaları ihtimalinin de bulunduğu düşünülmektedir.

Üç boyutlu nesnelerin köşe, yüz ve ayrıt sayılarının sorulduğu sorulara verilen yanıtlar, öğrencilerin, en fazla ayrıt sayısını hesaplama zorlandıklarını ve en yüksek başarıyı, köşe sayısını hesaplarken göstermeleri ayrıca önemli bir sonuçtur. Bu sonuç, ortaya çıkan sıralama açısından, İncikabı ve Kılıç (2013)'in, 6. sınıf öğrencilerinin dikdörtgenler prizmalarının özelliklerini belirledikleri çalışma sonuçları ile benzerdir. Bu sonucun, öğretim programlarında birlikte öğretilen üç boyutlu nesnelerin elemanlarının (köşe, ayrıt ve yüz) öğretimi ve dolayısıyla yapılacak etkinlikler için önemli ipucu verdiği düşünülmektedir. Ayrıca, 10. soruda kullanılan şeffaf küpün ayrıt ve köşe sayılarını doğru belirleme oranının, boyalı olan dikdörtgenler prizmasının köşe ve ayrıt sayısını belirleme oranından yüksek bulunurken, yüz sayısının belirlenmesinde tam tersi bir durum söz konusudur. Şeffaf küpün tüm köşe ve ayrıtları görüldüğünden öğrencilerin bu küpteki elemanları belirlemelerinin daha kolay olduğu düşünülmektedir. Şeffaf küpün yüz sayısını hesaplama, yüzler, köşe ve ayrıt gibi net görünmediğinden öğrenciler için

zorlayıcı olmuş olabilir. Bu sonuçlar, üç boyutlu nesnelerin elemanlarının öğretiminde şeffaf nesne çizimlerinin kullanılmasının da önemli olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, bazı öğrencilerin yüz, ayrıt ve köşe sayılarını belirlerken sadece çizimlerde görünen elemanların sayılarını yazmalarının, verilen bir nesnenin istenilen eleman sayısını doğru belirtirken diğerlerinin sadece görünen elemanlarının sayısını yazmalarının önemli bir durum olduğu düşünülmektedir. Bu sonucun, 1-4. sınıf düzeyindeki öğrencilerin, çizim temsilinin gerektirdiği zihinsel eylemleri tam olarak gerçekleştiremediklerinin, nesnelerin derinliklerini çizimlerinden fark edemediklerinin ve dolayısıyla çizimlerdeki iki boyut-üç boyut ayrımını tam olarak keşfedemediklerinin bir işareti olduğu söylenebilir.

4.4.2. İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma

Açınımı eksik verilmiş olan üçgen prizmanın tamamlanmasının istendiği soruya verilen farklı yanıtların oranları incelendiğinde, eksik iki parçadan sadece birini doğru şekilde ve yerde çizen öğrenci yüzdesinin 1. sınıf düzeyinde en yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu yanıt aynı zamanda 1. sınıf düzeyinde en fazla rastlanan yanıttır. Parçaların birini doğru şekilde, ancak yanlış yere çizen öğrenci yüzdesi ise en fazla 2. sınıf düzeyindedir.

Verilen parçaların hangilerinin silindiri oluşturacağını sorulduğu soruda, dikdörtgen yerine seçeneklerdeki kapalı eğri (Şekil 4.4.) ve iki daireyi seçen öğrencilerin yüzdesi 4. sınıf düzeyinde en fazla bulunmuştur. Aynı kapalı eğri ve tek daireyi seçen öğrencilerin yüzdesi ise 1. sınıf düzeyinde en fazladır. 1. sınıfta bu soruyu doğru yanıtlayanlarla daire ve elipsi işaretleyenlerin oranı aynıdır. Dikdörtgen ve bir daireyi işaretleyenlerin yüzdesi ise 2. sınıf düzeyinde en yüksektir.



Şekil 4.4. *Silindiri Oluşturan Parçalarının Belirlenmesinin İstendiği Sorudaki Seçeneklerden Biri*

Bu sonuçlar, 7-9 yaşlarında, çocukların üç boyutlu nesnelerin açınımını zihinlerinde canlandırmaya başlamalarına rağmen; oluşacak şekli tam olarak tahmin edememelerinin bir kanıtı olabilir (Piaget ve Inhelder, 1967). Üçgen prizmanın her iki eksik parçasını doğru şekilde ve yerde çizen ve silindirin tüm parçalarını eksiksiz belirleyen öğrencilerin oranının sınıf düzeyine bağlı olarak artmasının, üç boyutlu nesne açınımını

oluşturma becerisinin deneyime bağlı geliştiğinin bir göstergesi olduğu (Piaget ve Inhelder, 1967; Cohen, 2003) düşünülmektedir. Özellikle silindir, koni gibi nesnelere açınımlarını hayal etmek, onların parçalarının zihinde döndürülmesini gerektirdiğinden (Cohen, 2003), silindirin açınımları öğrenciler için zorlayıcı olmuş olabilir. Bu soruda en fazla doğru yanıt oranına sahip 4. sınıf öğrencilerinin bile %35'inin dikdörtgeni, %28'inin kapalı eğriyi seçmeleri, bu görüşü doğrular niteliktedir.

4.4.3. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma

3BGT'deki 14. soruda, eş küplerden oluşan yapılarıdaki küp sayısı arttıkça 3. sınıf dışındaki tüm sınıf düzeylerindeki öğrencilerin küp sayısını belirlemedeki performanslarında azalma, öğrencilerin büyük yapılarıdaki küpleri sayarken aynı zamanda yapının birden farklı yüzünü zihninde canlandırmakta güçlük yaşamalarının (Battista ve Clements, 1996; Olkun, 1999; Olkun, 2003) bir sonucu olabilir. 3. sınıfta ise öğrencilerin doğru yanıt oranlarında, iki soru arasında %1 fark gözlenmiştir. Sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin her iki sorudaki küp sayısını belirlemedeki performanslarının artması, küçük sınıflardaki öğrencilerin, yapılarıdaki görünmeyen küpleri zihinlerinde canlandıramadıklarını düşündürmektedir. Her iki yapıdaki sadece görünen küp sayısını yazan öğrencilerin oranının, 1-4 sınıf düzeylerinde, sırasıyla, %34, %24, %16 ve %12 olması, bu görüşü destekler niteliktedir. Ayrıca küçük sınıflardaki öğrenciler, büyük yapıdaki küpleri sayarken köşe ve kenarlarında bulunan küpleri iki ya da daha çok kere saymış (Ben-Chaim, Lappan ve Houang, 1985) olabilirler.

4.4.4. Üç boyutlu nesnelere alan ve hacimlerini hesaplama bileşenine ilişkin sorular bazında elde edilen sonuçlar ve tartışma

3BGT'de, hacimleri gittikçe artan boş kaplara kaç tane birim küp sığacağı sorulduğu 13. soruda, her bir sınıf düzeyinde, sorulardaki kabın hacmi arttıkça doğru yanıt oranında azalmanın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, sınıf düzeyi arttıkça her bir sorunun doğru yanıt oranında da artışların olduğu görülmektedir. Bu sorular, üstü açık verilen bu kapların dolu hallerinin zihninde canlandırılmasını, dolayısıyla eş küplerin bu kaplara doğru bir şekilde dizilmesini ve sayılmasını gerektirmektedir. Sonuçlar, hacim kavramının gelişiminin sınıf düzeyine göre geliştiğinin (Battista ve Clements, 1996) ve kapların alacağı küp sayısındaki artışın öğrencilerin hata yapmalarına neden olduğunun bir işareti olabilir. Ayrıca, küçük sınıflardaki öğrencilerin, eş küplerle hacim hesaplarırken boşluk kalmayacak şekilde birim dizilerini oluşturmada

daha fazla güçlük yaşamları (Curry ve Mitchelmore ve Outhred, 2006), sınıf düzeylerine bağlı gözlenen bu değişimin bir başka nedeni olabilir.

Araştırmanın genel amaçlarından olmasa da uygulama sonrasında sorular bazında ortaya çıkan yukarıdaki sonuçlar, özellikle hacim hesaplama, iki boyut-üç boyut ilişkisini kurma, eş nesnelere oluşan yapıları tanıma becerilerinin gelişiminde sınıf düzeyinin etkisini ortaya koymaktadır. Üç boyutlu nesnelere açıklamalarını oluşturma, eş küplerden oluşan yapılardaki küpleri sayma, üç boyutlu nesnelere elemanlarını belirleme ve hacim hesaplama gibi becerilerin, öğretim programlarında yer almamasına rağmen, küçük sınıflardaki varlığının, ilgili konularda yapılacak öğretim için önemli ipuçları sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin sorularda yaptıkları belirlenen hatalar, ileride oluşacak öğrenme güçlüklerini, kavram yanlışlarını engellemek adına önemli bulunmaktadır.

4.5. Öneriler

Araştırmanın önerileri, test geliştirme sürecine yönelik öneriler, yapılacak araştırmalara yönelik öneriler ve uygulamaya yönelik öneriler olmak üzere üç ayrı başlık altında sunulmuştur.

4.5.1. Test geliştirme sürecine yönelik öneriler

Araştırmada, üç boyutlu nesnelere birbirlerine göre konumlarını belirlemeye yönelik sorular, test geliştirme sürecinde testten çıkarılmıştır. İlkokul öğrencileri için önemi olduğu düşünülen bu bileşene yönelik daha fazla zihinsel işlem içeren ve birden fazla nesnenin birbirlerine göre konumlarının belirlenmesini gerektiren soruların, bileşenin öğrencilerdeki gelişiminin belirlenmesi açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla, bu bileşenin de yer aldığı, bir üç boyutta geometrik düşünme testinin, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında daha fazla bilgi verebileceği düşünülmektedir.

Geliştirilen testte, her bir bileşene yönelik soru sayıları, öğrencilerden beklenen beceriler ve sınıf düzeyleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, bazı becerilerin kendi içinde hiyerarşisi olduğunu (farklı nesnelere yüz sayılarını belirlemede, farklı büyüklükteki yapıların hacimlerini hesaplamada farklı performansların gözlenmesi gibi) göstermektedir. Dolayısıyla basitten zora doğru sıralanmış soruları içeren her bir beceri için ayrı ayrı geliştirilmiş testlerin, öğrencilerin, üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenlerinin gelişimine yönelik daha detaylı bilgiler vereceği düşünülmektedir. Bu testler, bileşenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde de yararlı olabilir.

Geliştirilen test, bir kâğıt kalem testi olduğundan, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları, düzlemsel temsiller üzerinden belirlenmiştir. Testteki soruların, somut modeller ve bilgisayar ortamındaki temsiller yoluyla da sorulmasının, öğrencilerin, farklı temsillerin kullanıldığı aynı sorulara verdikleri yanıtları karşılaştırmak açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Böyle bir çalışmanın, farklı temsilleri kullanırken öğrencilerin yaşadıkları güçlükleri belirleme ve öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünmelerinin gelişimini gözlemlene açısından da önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

4.5.2. Yapılacak araştırmalara yönelik öneriler

Geliştirilen test, 0-1 şeklinde puanlanmaktadır. Testin amacı, öğrencilerin, sorularda beklenen becerilere tam olarak sahip olup olmadıklarını, çizim temsili üzerinden belirlemektir. Dolayısıyla bu test, her ne kadar sorular bazında bazı önemli ipuçları sunsa da öğrencilerin yanıtlarının nedenleri hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle testin, öğrencilerle bire bir görüşme yoluyla uygulanacağı nitel bir çalışmanın, öğrencilerin üç boyutlu nesnelere, çizim temsilleri üzerinden nasıl anladıkları hakkında detaylı bilgiler sunacağı, farklı sınıf düzeylerindeki farklı yanıtların nedenlerini belirlemede yardımcı olacağı düşünülmektedir. Böyle bir araştırma, özellikle, öğrencilerin, 0 puan aldıkları sorularda onlardan beklenen becerilere kısmen de olsa sahip olup olmadıklarını belirlemek açısından yararlı olacaktır.

3BGT'nin uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler testleriyle birlikte uygulanması, ilkökul öğrencilerinin, uzamsal yetenekleri ile üç boyutta geometrik düşünmelerinin ilişkisinin belirlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Geliştirilen testin daha üst düzeydeki sınıflara uygulanması, üç boyutta geometrik düşünme durumunun sınıf düzeylerine göre değişimi hakkında daha kapsamlı bilgi verebilir. Böyle bir çalışma, ilkökul ve ortaokul matematik öğretim programındaki üç boyut geometrisi ile ilgili konuların belirlenmesi açısından da yararlı olabilir.

Çizim temsiline öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığının daha detaylı belirlenmesi için aynı nesnelere farklı konumlardaki görüntülerinin yer aldığı çizimler üzerinden öğrencilerle yapılacak bire bir görüşmelerin yararlı olacağı düşünülmektedir. Böylece öğrencilerin üç boyutlu nesne çizimlerini incelerken hangi değişkenlerden etkilendiklerinin, farklı konum ve renkteki üç boyutlu nesnelere değişmeyen özellikleri fark edip edemediklerinin belirlenebileceği düşünülmektedir.

3BGT'nin, farklı ülkelerde uygulanması, farklı kültürlerin, ilkökuldaki öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları üzerindeki etkisini incelemek açısından yararlı olabilir.

Testin, Türkiye'deki farklı sosyoekonomik gruplar üzerinde uygulanmasının, sosyoekonomik düzeyin, öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumu üzerindeki etkisini ortaya çıkarmada etkili olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada, özellikle küçük sınıflarda olup yüksek puan alan ve üst sınıflarda olup düşük puan alan öğrencilerin hangi açıdan diğerlerinden farklı düşündüklerinin belirlenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Her bir sınıf düzeyinde, çok düşük ve çok yüksek puan alan öğrencilerle yapılacak bire bir görüşmeler, hem bu öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme durumları hakkında bilgi sunacak hem de bireysel farklılıkların dikkate alınacağı öğretime yönelik önemli ipuçları verecektir. Böyle bir çalışmada, ayrıca, öğrencilerin deneyimlerinin belirlenmesi amacıyla veliler ve öğretmenlerle yapılacak görüşmelerin önemli veri sağlayacağı düşünülmektedir.

4.5.3. Uygulamaya yönelik öneriler

Araştırmada, 1. sınıfta, matematik öğretim programlarında yer almayan bazı becerilerin gözlenmesi (eş küplerle hacim hesaplama, iki boyutlu açınımı fark etme) öğrencilerin aslında üç boyutlu nesnelere, çizim temsili üzerinden anlamaya başladıklarının işaretidir. Diğer yandan, 4. sınıfta bazı becerilerin beklenen düzeyde olmaması (üçgen prizmanın açınımını tamamlayamama gibi), okullarda yapılan etkinliklerde daha fazla çizim temsiline kullanılması önemini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin bu temsille ilgili edinecekleri deneyimlerin, hem çizim temsiline kullanmalarını kolaylaştıracağı hem de onların üç boyutta geometrik düşünme becerilerini geliştireceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin, boyalı dikdörtgenler prizması ile şeffaf dikdörtgenler prizmasının özelliklerini belirlerken farklı performanslar göstermeleri (şeffaf küpün ayrıtını daha kolay belirlerken boyalı olanın köşesini daha kolay belirlemek gibi) kullanılan renklerin öğrencileri etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin, üç boyutlu nesne öğretiminde, hem şeffaf hem de boyalı nesnelere kullanmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Altun, T. (2011). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayara yönelik tutumlarının incelenmesi: Trabzon ili örneği. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(1), 69-86.
- Arık, A., Çelen, Ü., Gülleroğlu, H. D., Gültekin, S., Kilmen, S. ve Köse, İ. A. (2014). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Edge Akademi.
- Battista M. & Clements, D. H. (1996). Finding the number of cubes in rectangular cube buildings. *Teaching Children Mathematics*, 4(5), 258-264.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1998). Finding the number of cubes in rectangular cube buildings. *Teaching Children Mathematics*, 4, 258-264.
- Battista, M. (2004). Applying cognition-based assessment to elementary school students' development of understanding of area and volume measurement. *Mathematical Thinking And Learning*, 6(2), 185–204.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. ve Houang, R. T. (1985). Visualizing rectangular solids made of small cubes: Analyzing and affecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 16 (4), 389–409.
- Bishop, A.J. (2008). Spatial Abilities and Mathematics Education – A Review. *Educational Studies in Mathematics*. P. Clarkson ve N. Presmeg (Ed.). *Critical Issues in Mathematics Education* içinde 71-84. Springer Science+Business Media, LLC: New York.
http://guru-indonesia.net/admin/file/f_10961_criticalissues.pdf#page=80
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

- Büyüköztük, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. Ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, N. (2003). Curved Solids Nets. Paper presented at the 27th International Group for the Psychology of Mathematics Education Conference Held Jointly with the 25th PME-NA Conference (Honolulu, HI, Jul 13-18, 2003), 2, 229-236.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education
- Curry, M., Mitchelmore, M. ve Outhred, L. (2006). Development Of Children's Understanding Of Length, Area, and Volume Measurement Principles. Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. & Stehlíková, N. (Eds.). Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 377-384. Prague: PME.
- Çepni, S., Bayrakçeken, S., Yılmaz, A., Yücel, C., Semerci, Ç., Köse, E., Sezgin, F., Demircioğlu, G. ve Gündoğdu, K. (2008). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik. SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Deregowski, J. B. ve Bentley, A. M. (1987). Seeing the impossible and building the likely. *The British Psychological Society*, 780, 91-97. <http://crawl.prod.proquest.com.s3.amazonaws.com/fpcache/05a358491000866f018e3a8c2add4847.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJF7V7KNV2KKY2NUQ&Expires=1473170753&Signature=zr3ro02%2F5Qtwe%2FnQU9T6EvybG4I%3D>

- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactiques des Sciences Cognitives*, 5, 37-65.
- Duval (1999). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (21st, Cuernavaca, Morelos, Mexico, October 23-26, 1999)*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466379.pdf>
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B, Çakıroğlu, E., Alacalı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (Educational Sciences: Theory & Practice)*, 14(4), 1-21.
- Erdoğan, A., Özdemir Erdoğan, E., Garan, Ö. ve Güler., M. (2012). Assessing an environment designed for the popularization of mathematics. *Elementary Education Online*, 11(1), 51-74, 2012.
- Guay, R. B. ve McDaniel, E. D. (1977). The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 8(3) 211–215. <http://diggingdeeper.pbworks.com/f/Guay+Math+and+Spatial+Elem.pdf>
- Gutierrez, A. (1992). Exploring the links between van Hiele Levels and 3-dimensional geometry. *Structural Topology*, 1992 31-48.
- Gutierrez, A. (1997). Visuality in 3-Dimensional Geometry: In Search of a Framework. *PME Conference*, 1996. <http://www.uv.es/angel.gutierrez/archivos1/textospdf/Gut96c.pdf>
- Hayward, A. L. ve J. J. Sparkes (1984). *The concise english dictionary*. Omega Books.
- Heraud, B. (1987) . *Conceptions Of Area Units By 8-9 Year Oldu Children*. G. Bergeron, N. Herscovics ve Kieran (Ed.). *Proceedings of the 11th PME International Conference*, 3, 229-304.

- Hirstein, J. J. (1981). The second national assessment in mathematics: area and volume. *Mathematics Teacher*, 74, 704–708.
- Huttenlocher, J, Newcombe, N. ve Sandberg, H. (1994). The coding of Spatial Location in Young Children. *Cognitive Psychology*, 27, 115-147.
- İncikabı ve Kılıç (2013). An analysis of primary school students' conceptual knowledge of geometric solids. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(3), 343-358.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (20. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kol, S. (2010). Okul Öncesi Dönemde Kazanılan Zaman ve Mekân Kavramlarının Ölçülmesine Yönelik Başarı Testi Geliştirilmesi. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications 11-13 November, 2010, Antalya-Turkey*.
- Köse, N., Tanışlı, D., Özdemir Erdoğan, E. ve Ada, T. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (3), 102-121.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563–575.
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H., Post, T. ve Zawojewski, J., (2003). Using a translation model for curriculum development and classroom instruction. Lesh, R., Doerr, H. (Ed.). *Beyond Constructivism. Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*. Lawrence. Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.
- Markopoulos, C. (2003). *Teaching and learning of solids with the use of technological tools*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, University of Patra, Greece.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *İlköğretim 1-5. Sınıflar Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara.

- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015). *İlkokul (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar) Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015). *Ortaokul (5,6,7 ve 8. Sınıflar) Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Mitchelmore, M. C. (1980). Three dimensional geometrical drawing in three cultures'. *Educational Studies in Mathematics*, 11, 205–216.
- Mitchelmore, M. C. (1980). Prediction of developmental stages in the representation of regular space figures. *Journal of Research in Mathematics Education*, March, 83-93.
- Murphy, C. M. & Wood, D. J. (1981). Learning from pictures. The use of pictorial information by young children. *Journal of Experimental And Child Psychology*, 32, 279 - 297.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: NCTM., 2000.
- Nitko, A. J. (2004). *Educational Assessments of Students*, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.
- Olkun, S. (1999). Stimulating Children's Understanding of Rectangular Solids Made of Small Cubes. Yayınlanmamış doktora tezi, Arizona State University, USA.
- Olkun, S. (2003a). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, April,1–10.
- Olkun, S. (2003b). When does the volume formula make sense to students?. *Hacettepe University Journal of Faculty of Education*, 25, 160-165.
- 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 – TOJET*, 2(4), 86-91.

- Owens, K. ve Outhred, L. (2006). The complexity of Learning Geometry and Measurement. A. Gutierrez ve P. Boero (Ed.). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past: Present and Future* içinde 83-111. Sence Publishers:Rotterdam/Taipei.
https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=OTCsKu0BZ0kC&oi=fnd&pg=PA83&dq=The+complexity+of+learning+geometry+and+measurement&ots=4sQhyKMGey&sig=7kIVglmEGraYEArl7RrqpINcBu0&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20complexity%20of%20learning%20geometry%20and%20measurement&f=false
- Parzysz, B. (1988). "Knowing" vs "Seeing". Problems of the plane representation of space geometry. *Educational Studies in Mathematics*, 19(1), 79-92.
- Pellegrino, James W.; David L. Alderton and Valerie J. Shute, V. J. (1983). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19 (3), 239-253.
- Piaget, J., İnhelder, B. ve Szeminska, A. (1960). *The child conception of geometry*. Routledge.
<https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=a8EqXFYkPt4C&oi=fnd&pg=PP2&dq=piaget+geometry&ots=Px->
- Piaget, J.ve İnhelder, B. (1967). *The child's conception of space*. (Çeviren: Langdon F. J. & Lunzer J. L., Routledge & K. Paul), London.
- Pittalis, M. & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educ Stud Math*, 75, 191–212.
- Reynolds, C., Livingston, R. ve Wilson, V. (2006). *Measurement and assessment in education*. Boston. http://library.mpib-berlin.mpg.de/toc/z2007_216.pdf
- Sarama, J. ve Clements, D. H. (2016). Physical and Virtual Manipulatives: What Is "Concrete"? P.S. Moyer-Packenham (Ed.), *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* içinde 71-93). Mathematics Education in the Digital Era 7, Switzerland.
- Smith, I, M. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. University of London Press: London.

- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik* (1. Baskı). Ankara: Seçkin .
- van Hiele, P. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, 6(1999), 310-316. http://flash.lakeheadu.ca/~ed4050/Math_AQ/geovanheile.pdf
- Wolf, D. (1988). Drawing the boundary: the development of distinct systems for spatial representation in young children. J. Stiles-Davis, M. Kritchevsky & U. Bellugi (Ed.), *Spatial Cognition: Brain Bases and Development* içinde 231-245. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Yeh, A. and Nason, R. (2004). Toward a Semiotic Framework for Using Technology in Mathematics Education: The Case of Learning 3D Geometry. *In International Conference on Computers in Education*, November 30th to December 3rd. 2004, Melbourne, Australia. http://eprints.qut.edu.au/1380/1/icce2004_semioticsYeh.pdf
- Yeh, A. (2013). Constructing a frame of cube : connecting 3D shapes with direction, location and movement. In Steinle, V., Ball, L., & Bardini, C. (Eds.) *Mathematics Education : Yesterday, Today and Tomorrow (Proceedings of the 36th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*, Mathematics Education Research Group of Australasia Inc., Melbourne, VIC, pp. 690-697. http://eprints.qut.edu.au/67237/1/Yeh_MERGA36-2013_.pdf
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). A study on developing sixth-grade students' spatial visualization ability elementary education. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. XIV. Eğitim Bilimleri Kurultayı, 28-30 Eylül, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/PamukkaleBildiri.pdf>
- Veneziano L. ve Hooper J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior*, 21(1), 67-70.

EK-1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

Adı Soyadı :

Sınıfı:

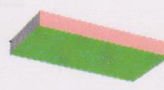
Okulu :

ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİ

1.



Aşağıdakilerden hangisi **yandaki** cisme **benzemektedir**? İşaretleyiniz.



2.



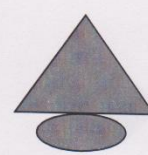
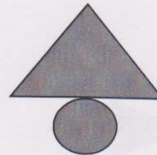
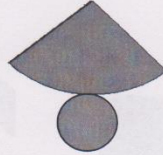
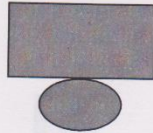
Aşağıdakilerden hangisi **yandaki** cisme **benzemektedir**? İşaretleyiniz.



3.



Aşağıdaki şekillerden **hangisi katlandığında** yandaki cisim oluşur? İşaretleyiniz.

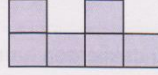
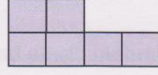


EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

4.

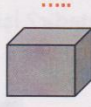


Aşağıdakilerden **hangisi katlandığında** yandaki cisim oluşur? İşaretleyiniz.



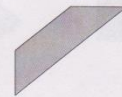
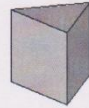
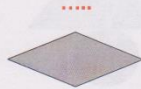
5. Aşağıdaki şekilleri **iki gruba** ayırınız. Hangi şekiller **aynı grupta** olur?

- **Birinci grupta** olan şekillerin üzerine "A" yazınız.
- **İkinci grupta** olan şekillerin üzerine "B" yazınız.



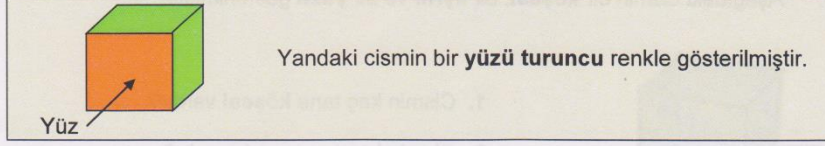
6. Aşağıdaki şekilleri **iki gruba** ayırınız. Hangi şekiller **aynı grupta** olur?

- **Birinci grupta** olan şekillerin üzerine "A" yazınız.
- **İkinci grupta** olan şekillerin üzerine "B" yazınız.



EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

7.



Aşağıdaki cisimlerin kaç tane yüzü vardır? Altlarına yazınız.



.....

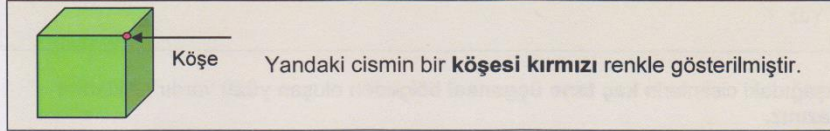


.....



.....

8.



Aşağıdaki cisimlerin kaç köşesi vardır? Altlarına yazınız



.....

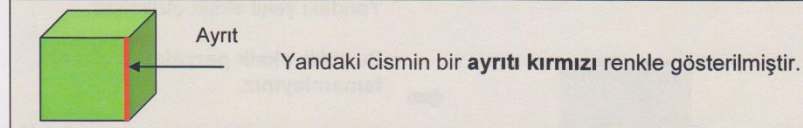


.....



.....

9.



Aşağıdaki cisimlerin kaç ayrıtı vardır? Altlarına yazınız.



.....



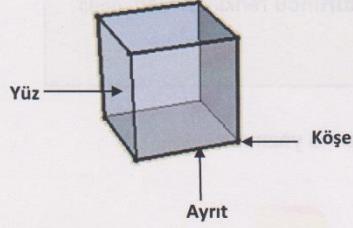
.....



.....

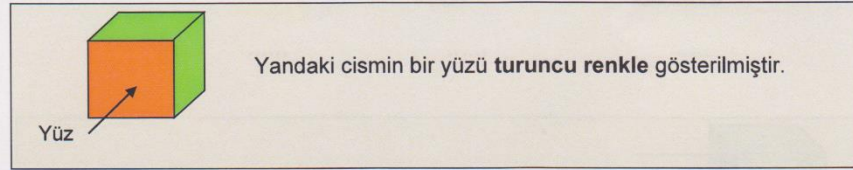
EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

10. Aşağıdaki cismin bir **köşesi**, bir **ayrıtı** ve bir **yüzü** gösterilmiştir.



1. Cismin kaç tane **köşesi** vardır?
2. Cismin kaç tane **ayrıtı** vardır?
3. Cismin kaç tane **yüzü** vardır?

11.



Aşağıdaki cisimlerin **kaç tane üçgensel bölgeden oluşan yüzü** vardır? Altlarına yazınız.

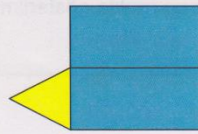


.....



.....

12.



Yandaki şekil **eksik** çizilmiştir.

Bu şekli, **eksik parçalarını çizerek tamamlayınız.**


Tamamladığınız şekil, **katlandığında** aşağıdaki cisim elde edilmelidir.





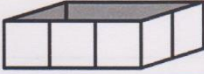

EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

13.



Yandaki boş kutuyu doldurmak için  şeklinde 1 tane küp kullanılmaktadır.

Aşağıdaki boş kutuları doldurmak için kaç tane küp gerekir? Tabloda yazınız.

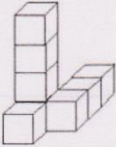
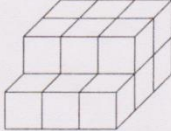
KUTU	KÜP SAYISI





14.




Bu bir küptür.

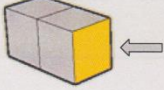
Aşağıdaki yapılarda kaç tane küp bulunmaktadır? Tabloda yazınız.

YAPI	KÜP SAYISI






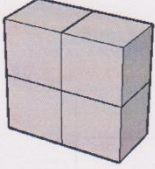
EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

15.

Yandaki eş küplerden oluşan cismin **gösterilen yüzünü** sarıyla kaplamak için  şeklinde 1 tane sarı kağıt kullanılmaktadır.

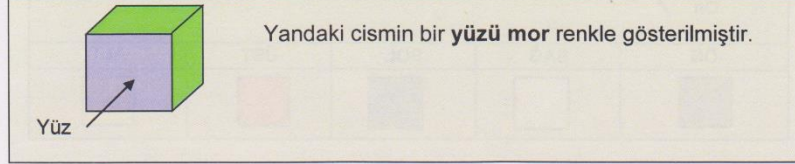


Aşağıdaki eş küplerden oluşan cisimlerin **tüm dış yüzlerini** sarıyla kaplamak için kaç tane sarı kağıt kullanılmalıdır? Tabloda yazınız.

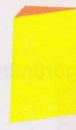
CİSİMLER	KULLANILACAK  ŞEKLİNDEKİ KÂĞIT SAYISI

(Küpler birbirine yapışıktır.) 
(Küpler birbirlerine yapışıktır.) 

EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

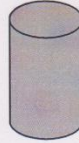
16.



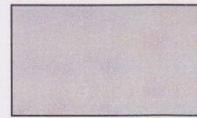
Aşağıdaki cisimlerin **hangilerinin üçgensel bölgeden oluşan yüzü vardır?** İşaretleyiniz.



17.








Yukarıdaki **cismi oluşturmak için kullanılması gereken şekiller hangileridir?** İşaretleyiniz.



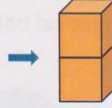
EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

18.


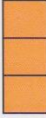


Yandaki cismin **farklı yönlerden** **görünümleri** aşağıda verilmiştir.

ÖN	SAG	SOL	ÜST	ALT
				



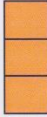

Yandaki cismi inceleyiniz.




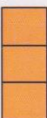


1. Cismın **önden** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.



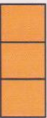

2. Cismın **üstten** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.


3. Cismın **soldan** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

4. Cismın **sağdan** görünümü aşağıdakilerden hangisidir? İşaretleyiniz.

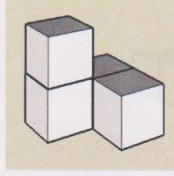
5. Cismın **alttan** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

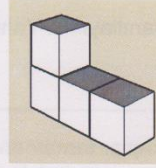
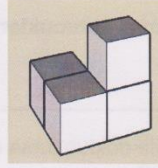
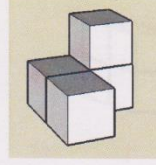
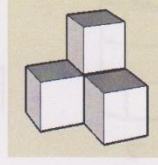
EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

19.

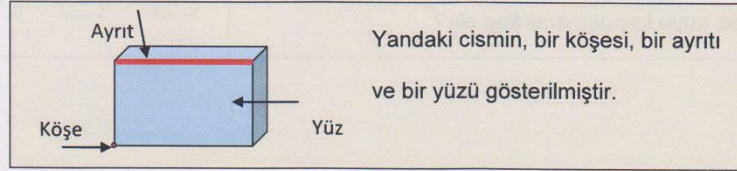
Bu cisme bakınız.



Aşağıdaki cisimlerden **hangisi** yandaki cismin farklı yönden görünümüne aittir? İşaretleyiniz.



20.



Yandaki cismin, bir köşesi, bir ayrıt ve bir yüzü gösterilmiştir.

Aşağıdaki cisimleri inceleyiniz.



1



2



3

Aşağıdaki soruları yukarıdaki cisimlere göre yanıtlayınız.

Yanıtlarınızı kutucukları işaretleyerek belirtiniz.

1. Kaç numaralı cismin köşe sayısı en azdır?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kaç numaralı cismin ayrıt sayısı en fazladır?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Kaç numaralı cismin yüz sayısı en fazladır?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK-1. (Devam) Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

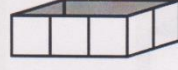
21. Aşağıdaki boş kapları inceleyiniz.



1



2

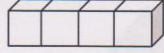


3

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız. Yanıtlarınızı kutucukları işaretleyerek belirtiniz.

1. Yukarıdaki kaplar tamamen suyla doldurulursa en fazla suyu kaç numaralı kap alır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2. Yukarıdaki kaplar tamamen suyla doldurulursa en az suyu kaç numaralı kap alır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

22. Aşağıdaki eş küplerden oluşan cisimleri inceleyiniz. (Küpler birbirine yapışmıştır.)



1



2



3

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız. Yanıtlarınızı kutucukları işaretleyerek belirtiniz.

1. Yukarıdaki cisimlerin dış yüzleri boyanırsa en fazla boya kaç numaralı cisim için harcanır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2. Yukarıdaki cisimlerin dış yüzleri boyanırsa en az boya kaç numaralı cisim için harcanır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

EK-2. Testin Uygulama Yönergesi

ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİ

Sevgili meslektaşım;

Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi, 1-4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

- Testte, alt maddeleriyle birlikte toplam 45 soru bulunmaktadır.
- Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi, 26 açık uçlu ve 19 seçme gerektiren sorulardan oluşan karma bir testtir. Testteki; 1, 2, 3, 4, 16, 17, 18a, 18b, 18c, 18d, 18e, 19, 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 22a ve 22b. sorular, çoktan seçmeli; 5, 6, 7a, 7b, 7c, 8a, 8b, 8c, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 12, 13a, 13b, 13c, 13d, 14a, 14b, 15a, 15b ve 15c. sorular, açık uçlu sorulardır.
- Doğru-yanlış (1-0) şeklinde puanlanan testten alınabilecek en yüksek puan 45'tir.
- Seçme gerektiren sorulardan 1 (tam) puan alınabilmesi için beklenen seçenek/seçeneklerin işaretlenmesi ve yalnızca bu seçenek/seçeneklerin işaretli olması gerekmektedir. Açık uçlu sorulardan 1 puan alınması içinse sorularda beklenenlerin eksiksiz yazılması/çizilmesi gerekmektedir.

Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere aşağıdaki uyarıları yapmanız gerekmektedir:

- Bu bir geometri testidir ve testi dikkati bir şekilde yanıtlamanız oldukça önemlidir.
- Soruları dikkatlice okumalı, sırayla/atlamadan yanıtlamalısınız. Zorlandığınız sorularda, size en yakın gelen yanıtı işaretlemeye çalışın. Hiçbir fikriniz olmadığı soruları boş bırakabilirsiniz.
- Bazı soruların üst kısımlarında açıklama bölümleri yer almaktadır (Örnek olarak 7. soru herkesin görebileceği şekilde gösterilebilir). Bu açıklamalar, soruyu yanıtlamanıza yardımcı olmak için testte bulunmaktadır. Bu açıklamaları dikkatli bir şekilde okuduktan sonra soruyu yanıtlamalısınız.
- Testi yanıtlarken kesinlikle arkadaşlarınıza soru sormamalısınız. Sorunuz olduğunda sessizce parmak kaldırmalısınız. Soruların yanıtlarıyla ilgili soru sormamalısınız, yardım istememelisiniz. Anlamadığınız bir konu olduğunda sadece bana, yanınıza geldiğim zaman, sessizce sorunuzu sorabilirsiniz.
- Testini tamamladığınızda yerinizden kalkmamalı, sessizce parmak kaldırmalısınız. Ben, yanınıza gelip testinizi kontrol edeceğim.
- Size "çıkabilirsiniz" demeden önce sınıftan çıkmamalısınız.
- Süreniz maksimum 50 dakikadır.

EK-2. (Devam) Testin Uygulama Yönergesi

- Teneffüs zili çalsa bile testinizi yanıtlamaya devam etmelisiniz. Testini tamamlamış olsanız bile sınıftan çıkmamalı, sessizce oturarak arkadaşlarınızı beklemelisiniz.
- Şimdi size testinizi dağıtacağım. Testinizi aldıktan sonra öncelikle testin üst bölümündeki gerekli bilgileri yazmalısınız (Bu bölüm tüm sınıfın göreceği şekilde gösterilir). Daha sonra ben size “Başla” komutunu verdikten sonra teste başlamalısınız).
- Uygulama sırasında öğrencilerin “soruların yanıtlarıyla ilgili” sorularını yanıtlarken oldukça dikkatli olunmalıdır.
 - Öğrencilerin, testteki çizimler ve renklerle ilgili sorularını yanıtlarken asla yönlendirme yapılmamalı, sadece, soruyu tekrar, dikkatli bir şekilde okumaları yönünde uyarılar yapılmalıdır. “Testin, renklerle bir ilgisi yok vb yorumlardan kaçınılmalıdır.”
 - Örneğin; birden fazla işaretleme yapılmasını gerektiren çoktan seçmeli 16 ve 17. soru için öğrencilerin, “Birden fazla işaretleme yapabilir miyim?” gibi soruları, “Doğru olduğunu düşündüğün seçenekleri işaretleyebilirsin.” gibi açıklamalarla yanıtlanmalı, gereken seçenek sayısı hakkında bilgi verilmemelidir. Ayrıca, öğrencilerin “Doğru mu?”, “Olmuş mu?” gibi soruları, “Doğru olduğunu düşünüyorsan sonraki soruya geçebilirsin.” şeklinde yanıtlanmalı, “Evet”, “Hayır” gibi yanıtlar verilmemelidir.
- Testini bitiren öğrenci parmak kaldırdığında, öğrencinin testindeki tüm sayfalar kontrol edilmeli, öğrenciden, görmediği için boş bıraktığı soruları yanıtlaması istenmelidir.
- Testini bitiren öğrencilerin, vermek isterlerse, testleri alınabilir, ancak öğrencinin sınıftan çıkmaması önerilmektedir. Eğer, öğrenci testini diğerlerine göre çok erken bir zamanda bitirirse bu öğrenciye, yerinden kalkmadan, tek başına, sessizce kitap okuyabileceği, herhangi bir ödevini yapabileceği vb. ya da resim yapabileceği söylenebilir.

EK-3. Uzman Görüş Formu

Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi

Sayın yetkili,

Bu araştırmada, ilkokul 1, 2, 3, 4. sınıf öğrencilerinin üç boyutta geometrik düşünme durumlarını incelemek amaçlanmaktadır. Bu amaçla, yapılan çalışmalar ışığında, öncelikle ilkokul öğrencileri için üç boyutta geometrik düşünmenin önemli alt bileşenleri belirlenmiştir. Daha sonra bu bileşenlere yönelik bir "Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi" hazırlanmıştır (Ek-1).

Üç boyutta geometrik düşünmenin bileşenleri:

1. Üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre durumlarını belirleme
2. Üç boyutlu nesnelere tanıma/ fark etme
3. Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme ve karşılaştırma
4. Üç boyut-iki boyut ilişkisini yapılandırma
5. Üç boyutlu nesnelerin hacim ve alanlarını ölçme
6. Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıların özelliklerini fark etme

olmak üzere altı başlık altında tanımlanmıştır. Çalışmada bu bileşenlere yönelik hazırlanan "Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testi", 22 sorudan oluşmaktadır. Soruların alt maddeleriyle birlikte bileşenlere göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testindeki Soruların Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenlerine Göre Dağılımı

Üç Boyutta Geometrik Düşünmenin Bileşenleri	Sorular
Üç boyutlu nesnelere tanıma	1, 2, 5, 6
Üç boyutlu nesnelerin özelliklerini fark etme- karşılaştırma	7(a-b-c), 8(a-b-c), 9(a-b-c), 10(a-b-c), 11(a-b), 16, 20(a-b-c)
İki boyut-üç boyut ilişkisini kurma	3, 4, 12, 17
Eş nesnelere oluşan üç boyutlu yapıları tanıma	14(a-b), 18(a-b-c-d-e), 19
Üç boyutlu nesnelerin alan ve hacimlerini hesaplama	13(a-b-c-d), 15(a-b-c), 21(a-b), 22(a-b)

Sizden, Üç Boyutta Geometrik Düşünme Testinde yer alan maddeleri, belirlenen üç boyutta geometrik düşünme bileşenlerine uygunluğu, araştırmanın amacına ve sınıf düzeyine uygunluğu, açıklığı ve anlaşılabilirliği açısından eleştirmenizi beklemekteyiz.

Testte yer alan maddelerin, **üç boyutta geometrik düşünme bileşenlerine uygunluğunu**, aşağıda açıklanan ölçütleri dikkate alarak değerlendirmenizi beklemekteyiz. Gerekli gördüğünüz durumlarda, maddelerin düzeltilmesiyle ilgili görüşlerinizi, maddelerin sınıf düzeyine uygunluğu, açıklığı, anlaşılabilirliği, çizimlerin uygunluğu ile ilgili eleştirilerinizi "açıklama" sütununa yazabilirsiniz.

Kıymetli zamanınızı ayırdığınız ve katkıda bulunduğunuz için teşekkür ederiz.

EK-3. (Devam) Uzman Görüş Formu

BİLEŞENE UYGUNLUK DERECEİ	AÇIKLAMA
Uygun	Maddenin ilgili bileşene tamamen uygun olduğunu düşünüyorsanız bu seçeneği işaretleyiniz.
Uygun değil	Maddenin ilgili bileşene hiç uygun olmadığını ve ölçekten çıkarılması gerektiğini düşünüyorsanız bu seçeneği işaretleyiniz.
Değiştirilebilir	Maddenin ilgili bileşene genel olarak uygun olduğunu, ancak bazı değişiklikler yapılmasının daha uygun olacağını düşünüyorsanız bu seçeneği işaretleyiniz. Önerinizi açıklama kısmına yazabilirsiniz.

MADDELER	Uygun	Değiştirilebilir	Uygun Değil	AÇIKLAMA
1a				
1b				
1c				
2a				
2b				
2c				
2d				
3a				
3b				
3c				
3d				
4				
5				
6				
7				
8a				
8b				
8c				
9a				
9b				

EK-3. (Devam) Uzman Görüş

MADDELER	Uygun	Uygun Değil	Değiştirilebilir	AÇIKLAMA
9c				
10a				
10b				
10c				
11a				
11b				
11c				
12				
13				
14				
15				
16a				
16b				
16c				
17a				
17b				
17c				
17d				
18a				
18b				
18c				
19				
20a				
20b				
20c				
20d				
21a				
21b				
21c				
21d				

EK-3. (Devam) Uzman Görüs Formu

22a				
22b				
22c				
22d				

Arş. Gör. Zeynep Akkurt Denizli



EK-4. İlk Taslak Test

Adı Soyadı:

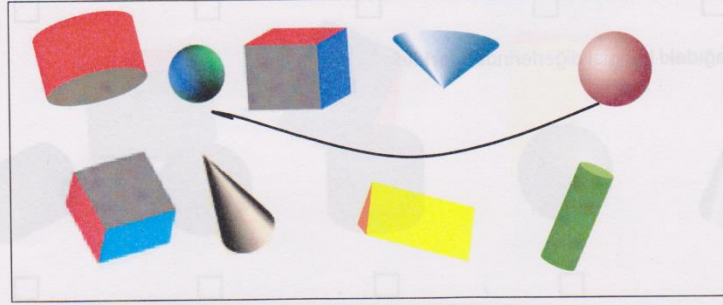
Sınıfı:

Okulu :

No:

ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİ

1. Birbirine **benzeyen** cisimleri örnekteki gibi eşleştiriniz.



2. **Adam nerede?** Uygun şekilde eşleştirerek gösteriniz.



Kutunun arkasında

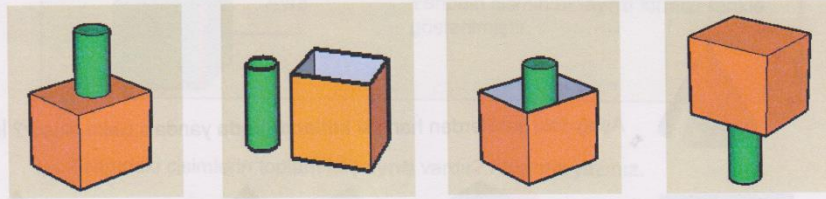
Kutunun üstünde

Kutunun solunda

Kutunun sağında

Kutunun önünde

3. **Silindir nerede?** Uygun şekilde eştirerek gösteriniz.



Küpün içinde

Küpün dışında

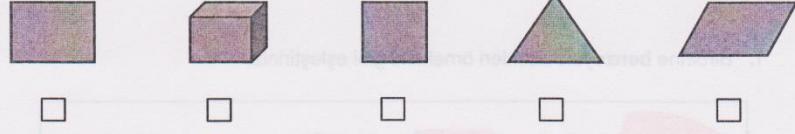
Küpün üstünde

Küpün altında

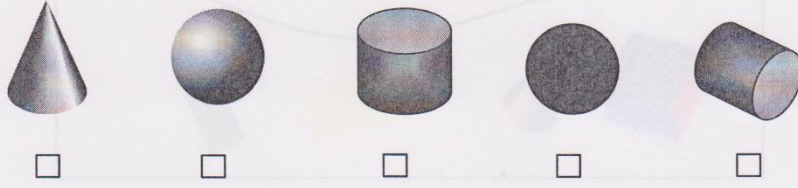
Küpün sağında

EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

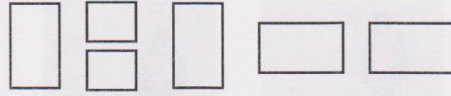
4. Aşağıdaki hangisi diğerlerinden **farklıdır**? İşaretleyiniz.



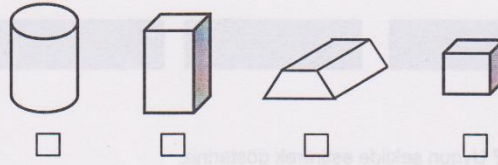
5. Aşağıdaki hangisi diğerlerinden **farklıdır**? İşaretleyiniz.



6.



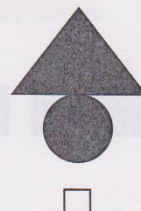
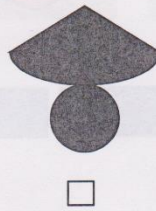
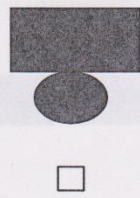
Yukarıdaki şekiller kullanıldığında aşağıdaki cisimlerden hangisi oluşabilir? İşaretleyiniz.



7.

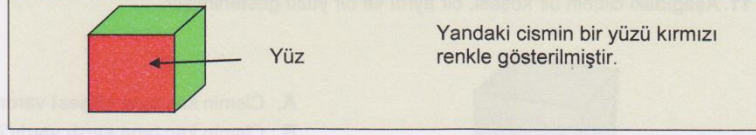


Aşağıdaki şekillerden hangisi **katlandığında** yandaki cisim oluşur? İşaretleyiniz.



EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

8.



Aşağıdaki cisimlerin kaç tane **yüzü** vardır? Altlarına yazınız.



.....

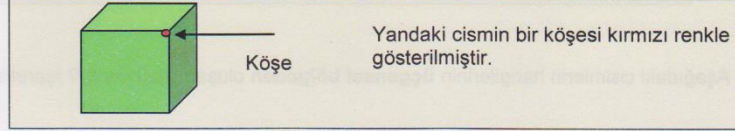


.....



.....

9.



Aşağıdaki cisimlerin kaç **köşesi** vardır? Altlarına yazınız.



.....

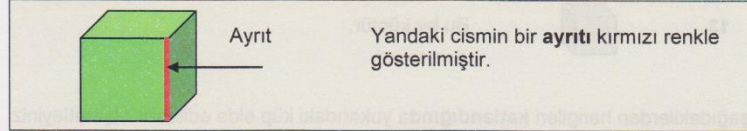


.....



.....

10.



Aşağıdaki cisimlerin toplam kaç **ayrıtı** vardır? Altlarına yazınız.



.....



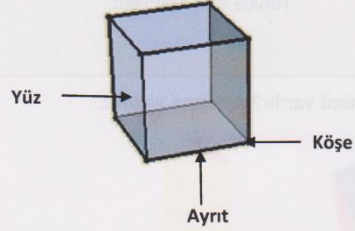
.....



.....

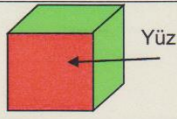
EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

11. Aşağıdaki cismin bir köşesi, bir ayrıtı ve bir yüzü gösterilmiştir.



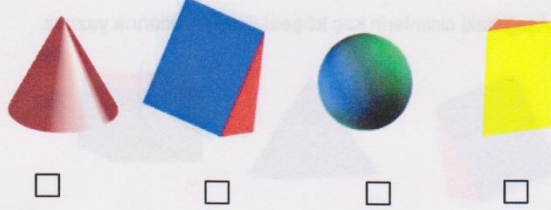
- A. Cismin kaç tane **köşesi** vardır?
- B. Cismin kaç tane **ayrıtı** vardır?
- C. Cismin kaç tane **yüzü** vardır?

12.



Yandaki cismin bir yüzü kırmızı renkle gösterilmiştir.

Aşağıdaki cisimlerin hangilerinin **üçgensel bölgeden** oluşan yüzü vardır? İşaretleyiniz.

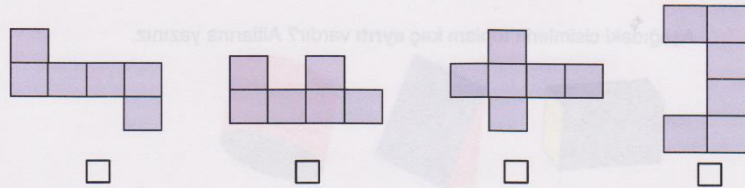


13.



Bu bir küptür.

Aşağıdakilerden hangileri **katlandığında** yukarıdaki küp elde edilebilir? İşaretleyiniz.



EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

14.



Yukarıdaki cismi oluşturmak için kullanılması gereken şekiller hangileridir? İşaretleyiniz.



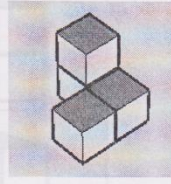
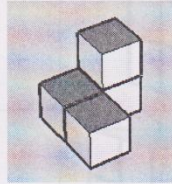
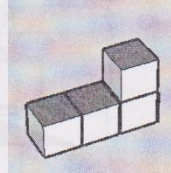
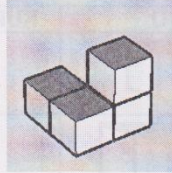
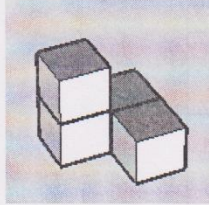
15.

Bu cisme bakınız.




Aşağıdaki cisimlerden **iki**si yandaki cismin farklı yönlerden görünümüne aittir.


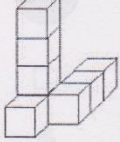
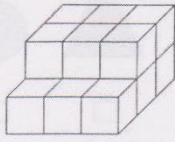
Bu cisimler hangileridir? İşaretleyiniz.



EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

16.  Bu bir küptür.

Aşağıdaki yapılarda kaç tane küp bulunmaktadır? Tabloda belirtiniz.

YAPI	KÜP SAYISI
	
	
	

17.



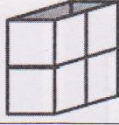
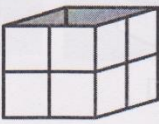


Yandaki kutuyu doldurmak için kullanılmaktadır.





şeklinde 1 tane küp


Aşağıdaki kutuları doldurmak için bu kaç tane küp gerekir? Tabloda belirtiniz.





KUTU	KÜP SAYISI
	
	
	
	

EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

18.

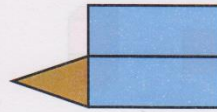
 Bir tane  şeklindeki sarı kağıt ile yandaki küpün **bir yüzü** kaplanabilmektedir.

Aşağıdaki küplerden oluşan yapıları **tamamen kaplamak için kaç tane**  kullanılması gerekir? Tabloda belirtiniz.

YAPI	KULLANILACAK  ŞEKLİNDEKİ KÂĞIT SAYISI
	
	
	

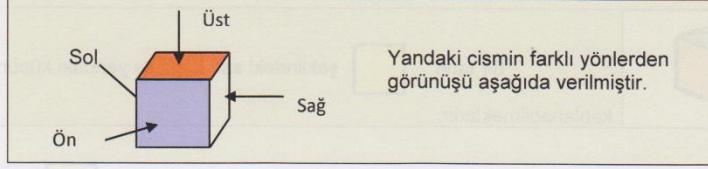
19.

Yandaki şekil **eksik** çizilmiştir.
Bu şekli, katlandığında aşağıdaki
cisim elde edecek şekilde
tamamlayınız.



EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

20.

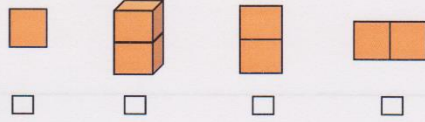


ÖN	SAĞ	SOL	ÜST

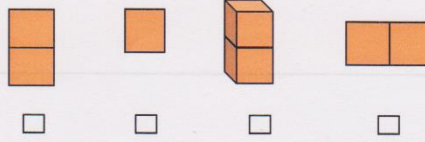
Yandaki cismi inceleyiniz.



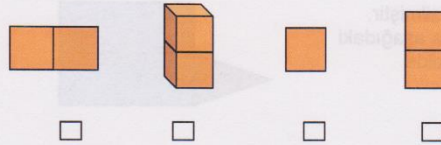
1. Cismin **önden** görünüşü hangisidir? İşaretleyiniz.



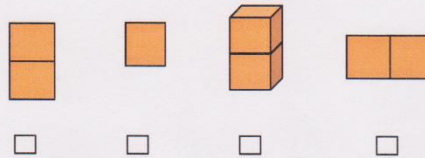
2. Cismin **üstten** görünüşü hangisidir? İşaretleyiniz.



3. Cismin **soldan** görünüşü hangisidir? İşaretleyiniz.

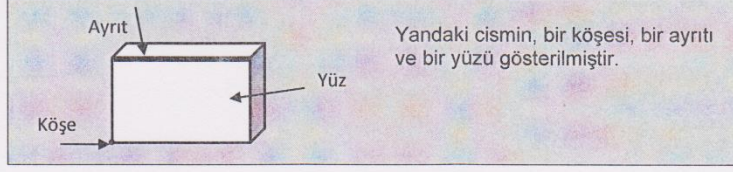


4. Cismin **sağdan** görünüşü aşağıdakilerden hangisidir? İşaretleyiniz.



EK-4. (Devam) İlk Taslak Test

21.



1

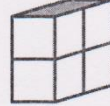
2

3

Aşağıdaki cümleleri okuyunuz. Cümle, doğru ise "Doğru" yanlış ise "Yanlış" bölümüne "X" işareti koyunuz.

		Doğru	Yanlış
A	1 numaralı cismin köşe sayısı 3 numaralı cismin köşe sayısından fazladır.		
B	1 ve 3 numaralı cisimlerin dikdörtgen bölgeden oluşan yüzleri vardır.		
C	En fazla ayrıtlı olan cisim 3 numaralı cisimdir.		
D	3 numaralı cismin yüzlerinin sayısı 2 numaralı cismin yüzlerinin sayısından daha azdır.		

22.



1

2

Aşağıdaki cümleleri okuyunuz. Cümle, doğru ise "Doğru", yanlış ise "Yanlış" bölümüne "X" işareti koyunuz.

		Doğru	Yanlış
A	1. kap 2. kaptan daha az miktarda su alır.		
B	Her iki kap, eşit miktarda su alır.		
C	2. kabın dışını boyamak için daha fazla boya harcanır.		
D	Her iki kabın dışını boyamak için eşit miktarda boya harcanır.		

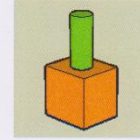
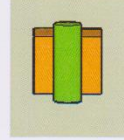
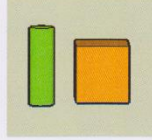
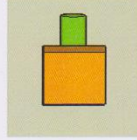
EK-5. İkinci Taslak Test

Adı Soyadı:
Okulu :

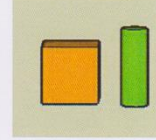
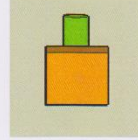
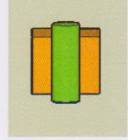
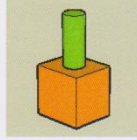
Sınıfı:
No:

ÜÇ BOYUTTA GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİ

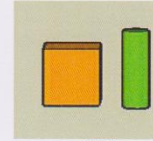
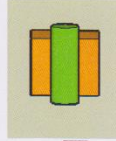
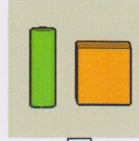
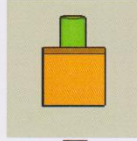
1. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün arkasındadır?**



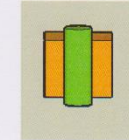
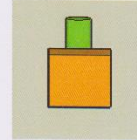
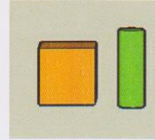
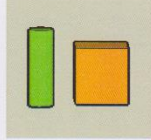
2. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün önündedir?**



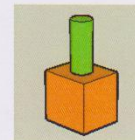
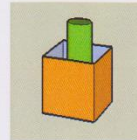
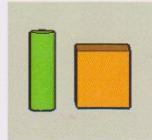
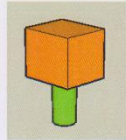
3. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün sağındadır?**



4. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün solundadır?**

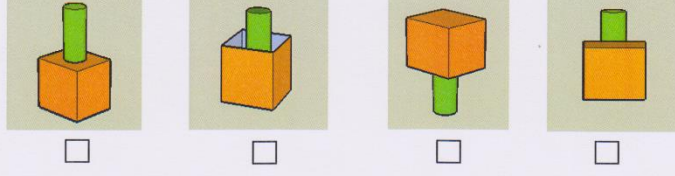


5. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün içindedir?**

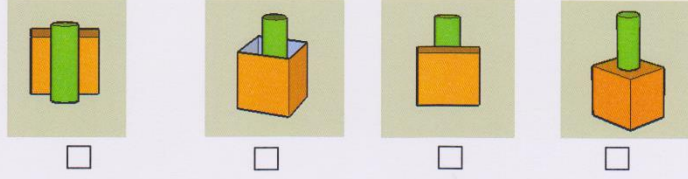


EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

6. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün altındadır?**



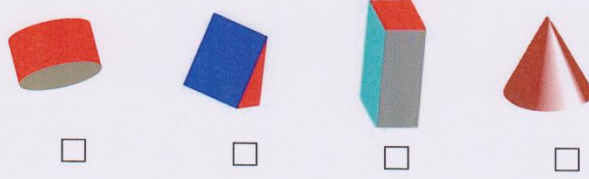
7. Aşağıdakilerin hangisinde **silindir küpün üstündedir?**



8.



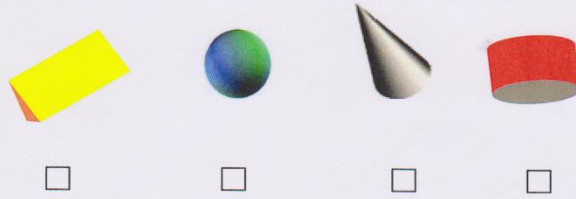
Aşağıdakilerden hangisi **yandaki** cisme **benzemektedir?**
İşaretleyiniz.



9.

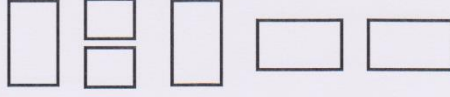


Aşağıdakilerden hangisi **yandaki** cisme **benzemektedir?**
İşaretleyiniz.



EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

10.



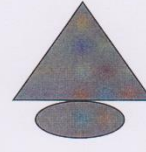
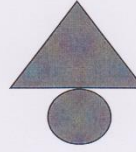
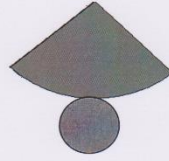
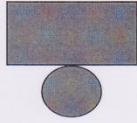
Yukarıdaki **parçalar kullanıldığında** aşağıdaki cisimlerden **hangisi oluşabilir?** İşaretleyiniz.



11.



Aşağıdaki şekillerden **hangisi katlandığında** yandaki cisim oluşur? İşaretleyiniz.

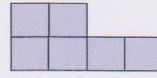
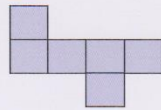


12.



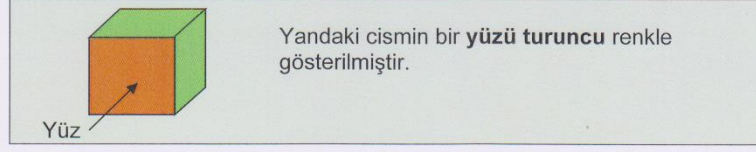
Bu bir küptür.

Aşağıdakilerden **hangisi katlandığında** yukarıdaki küp elde edilebilir? İşaretleyiniz.



EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

13.



Aşağıdaki cisimlerin kaç tane yüzü vardır? Altlarına yazınız.



.....

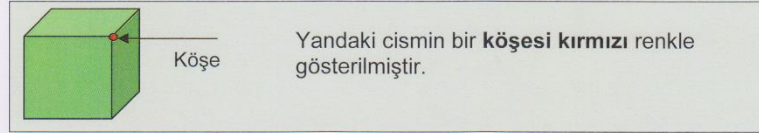


.....



.....

14.



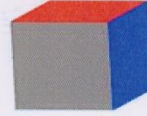
Aşağıdaki cisimlerin kaç köşesi vardır? Altlarına yazınız.



.....

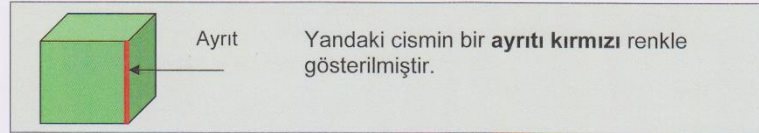


.....

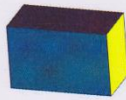


.....

15.



Aşağıdaki cisimlerin toplam kaç ayrıtı vardır? Altlarına yazınız.



.....



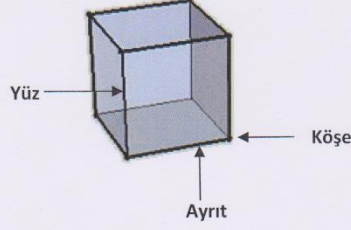
.....



.....

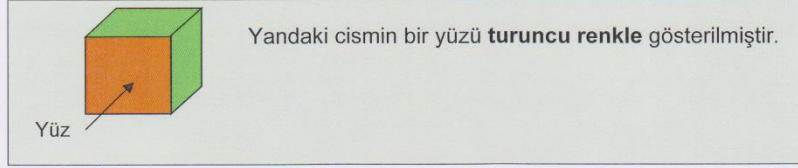
EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

16. Aşağıdaki cismin bir **köşesi**, bir **ayrıtı** ve bir **yüzü** gösterilmiştir.



- A. Cismin kaç tane **köşesi** vardır?
- B. Cismin kaç tane **ayrıtı** vardır?
- C. Cismin kaç tane **yüzü** vardır?

17.



Aşağıdaki cisimlerin **kaç tane üçgensel bölgeden oluşan yüzü** vardır?
Altlarına yazınız.



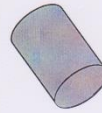
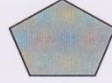
.....



.....

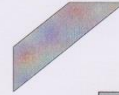
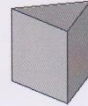
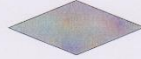
18. Aşağıdaki şekiller **iki gruba** ayrılırsa hangi şekiller **aynı grupta** olur?

Birinci grupta olan şekillerin üzerine "1", ikici grupta olan şekillerin üzerine "2" yazınız.



19. Aşağıdaki şekilleri **iki gruba** ayrılırsa hangi şekiller **aynı grupta** olur?

Birinci grupta olan şekillerin üzerine "1", ikici grupta olan şekillerin üzerine "2" yazınız.



EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

20.



Yandaki boş kutuyu doldurmak için



şeklinde **1 tane küp** kullanılmaktadır.

Aşağıdaki boş kutuları **doldurmak için kaç tane küp** gerekir? Tabloda yazınız.

KUTU	KÜP SAYISI

21.



Bu bir küptür.


Aşağıdaki yapılarda **kaç tane küp** bulunmaktadır? Tabloda yazınız.

YAPI	KÜP SAYISI



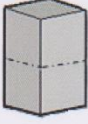
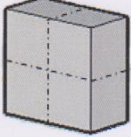
EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

22.

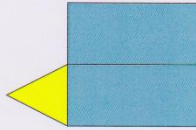


Yandaki küpün **bir yüzünü** sarıyla **kaplamak** için  şeklinde **1 tane** kağıt kullanılmaktadır.

Aşağıdaki cisimlerin **yüzlerini tamamen** sarıyla **kaplamak** için **kaç tane** sarı kağıt kullanılmalıdır? Tabloda yazınız.

YAPI	KULLANILACAK  ŞEKLİNDEKİ KÂĞIT SAYISI




23.



Yandaki şekil **eksik** çizilmiştir.

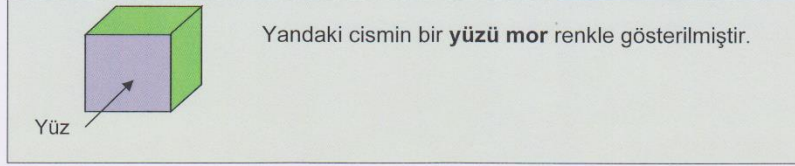
Bu şekli, **eksik parçalarını çizerek tamamlayınız.**

Tamamladığınız şekil, **katlandığında** aşağıdaki cisim elde edilmelidir.



EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

24.



Aşağıdaki cisimlerin hangilerinin üçgensel bölgeden oluşan yüzü vardır? İşaretleyiniz.



25.

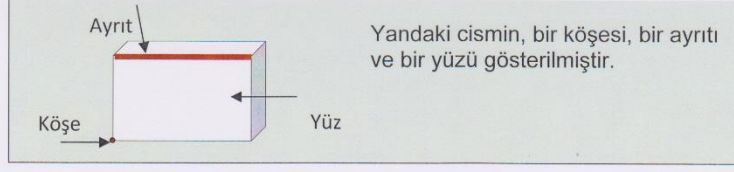


Yukarıdaki cismi oluşturmak için kullanılması gereken şekiller hangileridir? İşaretleyiniz.

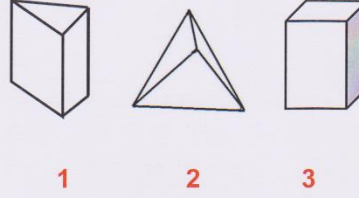


EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

26.



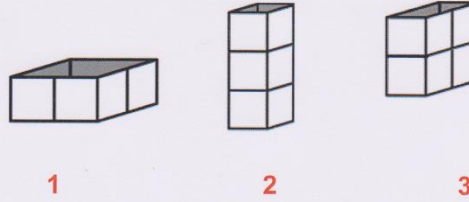
Aşağıdaki cisimleri inceleyiniz.



Aşağıdaki soruları yanıtlayınız. Yanıtlarınızı kutucukları işaretleyerek belirtiniz.

1. Kaç numaralı cismin köşe sayısı en fazladır ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2. Kaç numaralı cismin yüz sayısı en azdır ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
3. Kaç numaralı cismin ayrıt sayısı en fazladır ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

27. Aşağıdaki içi boş kapları inceleyiniz.



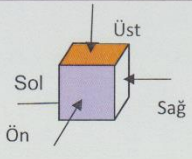
Aşağıdaki soruları yanıtlayınız. Yanıtlarınızı kutucukları işaretleyerek belirtiniz.






1. Yukarıdaki kaplar tamamen suyla doldurulursa en az suyu kaç numaralı kap alır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2. Kapların dışı tamamen boyanırsa en fazla boya kaç numaralı kap için harcanır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
3. Kapların dışı tamamen boyanırsa en az boya kaç numaralı kap için harcanır?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

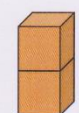
EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

28.





Yandaki cismin **farklı yönlerden görünümü** aşağıda verilmiştir.



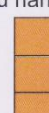

Üst				
Sol		Sağ		
Ön				





ÖN	SAĞ	SOL	ÜST	ALT
				





Yandaki cismi inceleyiniz. → 





- Cismin **önden** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Cismin **üstten** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Cismin **soldan** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Cismin **sağdan** görünümü aşağıdakilerden hangisidir? İşaretleyiniz.

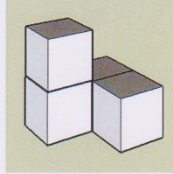
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Cismin **alttan** görünümü hangisidir? İşaretleyiniz.

			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK-5. (Devam) İkinci Taslak Test

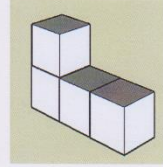
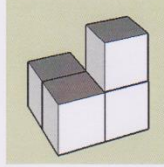
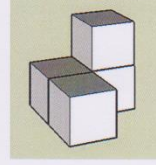
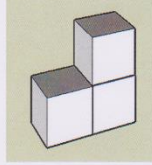
29.

Bu cisme bakınız.



Aşağıdaki cisimlerden **hangisi** yandaki cismin farklı yönden görünümüne aittir?

İşaretleyiniz.



EK-6. Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.12164053
Konu: Araştırma izni

26.11.2015

ÇANKAYA İLÇE MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) Anadolu Üniversitesinin 09/11/2015 tarihli ve 8961 sayılı yazısı.

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Zeynep AKKURT DENİZLİ'nin "**İlkokul 1.-4. sınıf öğrencilerin üç boyutta geometrik düşünme düzeyleri ve düşünme biçimlerinin incelenmesi**" başlıklı tezi kapsamında ilçenize bağlı ekli listede belirtilen okullarda uygulama yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Uygulama formunun (10 Sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltılarak araştırmanın ilgi (a) genelge çerçevesinde, ilçe milli eğitim müdürlüklerinin sorumluluğunda, okul ve kurum yöneticileri de uygun gördüğü takdirde gönüllülük esasına göre uygulanmasını rica ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

EK:
1-Uygulama formu (10 sayfa)
2-Okul listesi (1 sayfa)

Atatürk Blv. 06648 Kızılay/ANKARA
Elektronik Ağ: www.meb.gov.tr
e-posta: adsoyad@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Ad SOYAD Ünvan
Tel: (0 312) XXX XX XX
Faks: (0 312) XXX XX XX

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 1677-2adb-338e-8e60-9758 kodu ile teyit edilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Zeynep Akkurt Denizli
Yabancı Dil : İngilizce
Doğum Yeri ve Yılı: Van / 1984
E-Posta : zeynep0akkurt@gmail.com

Eğitim Geçmişi:

- Doktora : 2011 – 2016, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
- Yüksek lisans : 2007 – 2010, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Bölümü
- Lisans : 2003 – 2007, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı
- Lise : 1999 – 2002: Meram Anadolu Lisesi, KONYA

Mesleki Geçmişi:

- Eylül 2007 – Şubat 2008: Matematik Öğretmeni, MEB, Bumsuz İlköğretim Okulu, Haymana/ ANKARA
- 25 Mayıs 2009 – halen : Araştırma Görevlisi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı