

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

**TASARIM TEMELLİ MATEMATİK UYGULAMALARININ FARKLI
ÖĞRENME YAKLAŞIMLARINA SAHİP ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL
YETENEKLERİNE VE 3 BOYUTLU GEOMETRİK DÜŞÜNME
BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Sevda GÖKTEPE YILDIZ
(Doktora Tezi)**

İstanbul, 2019

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

**TASARIM TEMELLİ MATEMATİK UYGULAMALARININ FARKLI
ÖĞRENME YAKLAŞIMLARINA SAHİP ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL
YETENEKLERİNE VE 3 BOYUTLU GEOMETRİK DÜŞÜNME
BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Sevda GÖKTEPE YILDIZ
(Doktora Tezi)**

**Danışman
Prof. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR**

İstanbul, 2019

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

© 2019

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

ONAY

SEVDA GÖKTEPE YILDIZ tarafından hazırlanan TASARIM TEMELLİ MATEMATİK UYGULAMALARININ FARKLI ÖĞRENME YAKLAŞIMLARINA SAHİP ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİNE VE 3 BOYUTLU GEOMETRİK DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ başlıklı bu çalışma 29.03.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

ADI SOYADI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. İlyas YAVUZ

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇANAKÇI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Elif BAHADIR

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Murat KIRIŞCI

İMZA

.....
.....
.....
.....
.....

ÖZGEÇMİŞ

Eğitim

- 2006-2010 Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü
İlköğretim Matematik Öğretmenliği, Lisans
- 2011-2013 Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim
Dalı Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı, Yüksek Lisans

Mesleki Deneyim

- 2010-2011 Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik
Öğretmenliği Anabilim Dalında Araştırma Görevliliği
- 2011-2013 Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü
Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında Araştırma Görevliliği
- 2013-... Yıldız Teknik Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen
Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalında
Araştırma Görevliliği

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Görev Yaptığı Kurum : Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi

E-Posta : goktepe@yildiz.edu.tr

Telefon : 0 212 383 48 35

ÖNSÖZ

Yüksek lisansa başladığımdan itibaren bana inanıp destek sağlayan ve doktora çalışmalarında da desteğini devam ettiren TÜBİTAK-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'e teşekkür ederim.

Doktora tezimin projelendirilip (EGT-C-DRP-091215-0543) maddi olarak desteklenmesini sağlayan Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAPKO)'ya teşekkür ederim.

Doktora tezimin ölçek geliştirme ve uygulama aşamalarında çalışmama katılan sevgili ortaokul öğrencilerine ve değerli görüşlerini belirten öğretmenlerine teşekkür ederim.

Hem yüksek lisans hem de doktora çalışmalarım boyunca tecrübeleriyle bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Ahmet Şükrü Özdemir'e teşekkür ederim. Uzun doktora çalışmam sırasında tez izleme komitemde yer alan ve bu süreçte benimle görüşlerini paylaşan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Orhan Çanakçı ve Prof. Dr. İlyas Yavuz'a teşekkür ederim.

Kendimi varlıkları sayesinde çok şanslı hissettiğim, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili anneciğim ve babacığım; bizim gözümüzde hiç büyümeyen ancak bu süreçte bana verdiği destek ile aslında ne kadar büyüdüğünü gösteren küçük kardeşim Sümeyye; bir çıkmaza girdiğimde ilk danıştığım ve beni her seferinde rahatlatan özellikle teknoloji ve program kullanımı bilgisiyle desteğini hiç eksik etmeyen ikiz kardeşim Seda; yol arkadaşım Murat; doğumuyla hayatımıza anlam katan, en büyük motivasyon kaynağım minik Yusuf Mert'im iyi ki varsınız. Bana gösterdiğiniz sabır ve hissettirdiğiniz huzur ve mutluluk için çok teşekkür ederim.

Sevda GÖKTEPE YILDIZ

Mart, 2019

ÖZET

Mühendislik tasarım etkinlikleri ortaokul seviyesi için özellikle önemlidir çünkü öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır ve matematik ve fen kavramlarını gerçekçi durumlara uygulayarak anlamlı bir şekilde öğrenmelerini desteklemektedir. Fakat geleneksel sınıf ortamları genellikle tasarım aktivitelerinden yoksundur ve öğrencileri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri tasarım problemlerini çözmeye hazırlamamaktadır. Anlamlı öğrenme/ezbere öğrenme ikilemi ile bakıldığında devreye öğrencilerin öğrenme yaklaşımları girmektedir. Araştırmacılar öğrenme ortamlarının düzenlenerek öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının değiştirilebileceğini belirtmektedir. Bu çalışmada birbiriyle ilişkili iki yetenek olan uzamsal yetenek ve üç boyutlu geometrik düşünme becerisi ayrı ayrı ele alınmış ve Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının (TTMU), ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Ortaokul düzeyinde belirlenen boyutlarda öğrencilerin uzamsal yeteneklerini, 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerini, matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını ölçen ölçme araçlarının bulunmadığı bulgusundan hareketle çalışma kapsamında araştırmacı tarafından Uzamsal Yetenek Testi (UYT) ve Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) ölçme araçları geliştirilmiş ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin (3BDGT) Türkçe'ye adaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca TTMU kapsamında farklı kazanımları ve farklı uzamsal yetenek bileşenlerini kapsayacak şekilde 3 farklı matematiksel tasarım modülü oluşturulmuştur. TTMU'nun yer aldığı etkinlikler çalışma yapıları ile birlikte bir kitapçık haline getirilmiştir.

Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda dersler TTMU ile yürütülürken, kontrol grubunda geleneksel öğretime dayalı olarak işlenmiştir. Çalışma 8. sınıfların matematik uygulamaları seçmeli dersinde 8 hafta süre ile gerçekleştirilmiştir. Ön test ve son test verileri UYT ve 3BDGT kullanılarak toplanmıştır. Çalışmanın başında MÖYÖ uygulanarak öğrencilerin matematik dersi için tercih ettikleri öğrenme yaklaşımları belirlenmiştir. Araştırmanın

Çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-ğretim yılında iki deney ($n=35$) ve iki kontrol ($n=40$) grubunda yer alan toplam 75 sekizinci sınıf ğrencisi oluşturmuştur.

UYT'nin geneli için Cronbach alpha güvenirlik katsayısı .802 (uzamsal ilişkiler bileşeni için $\alpha=.790$, uzamsal görselleştirme bileşeni için $\alpha=.792$ ve uzamsal yönelim bileşeni için $\alpha=.800$) olarak elde edilmiştir. MY'nn tümüne ait Cronbach alfa güvenirlik katsayısı .789 (derinlemesine öğrenme yaklaşımı alt boyutu için $\alpha=.838$, stratejik öğrenme yaklaşımı için $\alpha=.837$, yüzeysel öğrenme yaklaşımı için $\alpha=.789$) şeklindedir. 3BGDT için güvenirlik katsayısı 0.83 olarak hesaplanmıştır. Ölçek geliştirme çalışmaları sonunda araştırmada geliştirilen ve adaptasyonu yapılan veri toplama araçlarının geçerli ve güvenilir lme araçları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma sonuçları TTMU'nun sekizinci sınıf ğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin gelişiminde olumlu yönde etkisinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca uygulama sonrasında öğrencilerin uzamsal yetenekleri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı farklılık gösterirken, 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Anahtar Sözcükler: Tasarım temelli matematik uygulamaları, uzamsal yetenek, 3 boyutlu geometrik düşünme becerisi, matematik öğrenme yaklaşımları

ABSTRACT

Engineering design activities are particularly important for the middle school level because they help students develop their spatial abilities and support their meaningful learning by applying the concepts of mathematics and science to realistic situations. However, traditional classroom environments often lack design activities and do not prepare students for solving design problems that they may encounter in real life. Considering the meaningful learning/ rote learning learning dilemma, students' approaches to learning become involved. Researchers state that learning approaches of students can be changed by arranging learning environments. In this study, two interrelated abilities, spatial ability and three-dimensional geometric thinking skills are handled separately. The effect of design-based mathematics applications on the spatial abilities and 3D geometric thinking skills of middle school 8th grade students is investigated. In addition, it is examined whether the students' spatial abilities and 3-dimensional geometric thinking skills show significant differences according to the learning approaches.

Based on the finding that there are no instruments measuring the students' spatial abilities, 3-dimensional geometric thinking skills and approaches to learning in mathematics at the middle school level, the researcher developed the measurement tools of "Spatial Ability Test (SAT)" and "Approaches to Learning Mathematics Scale (ALMS)". "3 Dimensional Geometric Thinking Test (3DGTT)" was adapted to Turkish by the researcher. In addition, three different mathematical design modules were created to cover different learning outcomes and different spatial ability components within the scope of design-based mathematics applications. The design-based mathematics applications activities were turned into a handbook with their worksheets.

The method of the study was the quasi-experimental design with pre-test post-test control group. In the experimental group, the courses were carried out with design-based mathematics applications, while the control group was processed based on the traditional method. The study was carried out for 8 weeks in the 8th grade mathematics applications elective course. SAT and 3DGTT were applied to the students as pre-test and post-test. At the beginning of the study, ALMS was applied to determine the types of learning approaches of students preferred for mathematics course. The research was

carried out with a total of 75 eighth grade students in two experiments ($n = 35$) and two control ($n = 40$) groups in the 2015-2016 academic year.

The Cronbach's alpha reliability coefficient of the whole scale of SAT was found to be .802 ($\alpha=.770$ for the spatial relations component, $\alpha=.792$ for the spatial visualization component and $\alpha=.800$ for the spatial orientation component). The Cronbach's alpha reliability coefficients of deep, surface and strategic sub-dimensions were, respectively, .838, .789 and .837; the whole ALMS's alpha was .789. The reliability coefficient for 3DGTT was calculated as 0.83. These results confirmed that the SAT, 3DGTT and ALMS were valid and reliable measurement instruments for middle school students.

The findings of the study have shown that design-based mathematics applications have positive effects on the development of spatial abilities and 3D geometric thinking skills of eighth-grade students. In addition, students' spatial abilities have differed significantly after the application according to mathematics learning approaches, however, there is no statistically significant difference between the 3-dimensional geometric thinking skills of students.

Key Words: Design-based mathematics applications, spatial ability, 3D geometric thinking ability, approaches to learning of mathematics

İÇİNDEKİLER

ÖZGEÇMİŞ	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR VE SEMBOLLER	xv
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1 Problem	1
1.2 Amaç	5
1.3 Önem	6
1.4 Sınırlılıklar	9
1.5 Sayıtlar (Varsayımlar).....	9
1.6 Tanımlar	10
BÖLÜM II: ALAN YAZIN/İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	12
2.1 Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi	12
2.2 Mühendislik Entegrasyonu	13
2.2.1 Mühendislik Tasarımı	15
2.2.2 Ortaokul Düzeyinde Mühendislik Eğitimi	19
2.2.3 Mühendislik Tasarım Süreci	22
2.2.4 Mühendislik Entegrasyonu ile İlgili Araştırmalar	32
2.3 Uzamsal Yetenek	37
2.3.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri	40
2.3.2 Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi ile İlgili Araştırmalar	49
2.3.3 Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi ile İlgili Araştırmalar.....	58
2.4 3 Boyutlu Geometrik Düşünme	73
2.4.1 3 Boyutlu Nesnelerin Gösterimleri	75
2.4.2 Uzamsal Yapılanma	77
2.4.3 3 Boyutlu Nesnelerin Özelliklerinin Kavramsallaştırılması	78
2.4.4 3 Boyutlu Geometride Ölçme	78
2.4.5 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerisi ile İlgili Araştırmalar	79
2.5 Öğrenme Yaklaşımları	81
2.5.1 Öğrenme Yaklaşımı Türleri	83
2.5.2 Öğrenme Yaklaşımlarını Etkileyen Etmenler	85

2.5.3 Matematik Öğrenme Yaklaşımı	88
2.5.4 Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği Geliştirme ile İlgili Araştırmalar	88
BÖLÜM III: YÖNTEM	95
3.1 Araştırmanın Modeli	95
3.2 Çalışma Grubu	98
3.3 Veri Toplama Araçları	99
3.3.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)	100
3.3.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT)	118
3.3.3 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT).....	136
3.4 Verilerin Toplanması	140
3.4.1 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi	141
3.4.2 Geleneksel Öğretimin Gerçekleştirilmesi	146
3.5 Verilerin Çözümlemesi	146
BÖLÜM IV: BULGULAR.....	151
4.1 Uzamsal Yetenek ile İlgili Bulgular.....	151
4.1.1 UYT Ön Test Verilerine İlişkin Bulgular	151
4.1.2 UYT Son Test Verilerine İlişkin Bulgular	152
4.1.3 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	154
4.1.4 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	157
4.1.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	159
4.1.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	162
4.1.7 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	168
4.1.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	172
4.2 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerisi ile İlgili Bulgular	175
4.2.1 3BGDT Ön Test Verilerine İlişkin Bulgular	175
4.2.2 3BGDT Son Test Verilerine İlişkin Bulgular	177
4.2.3 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	182
4.2.4 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	182
4.2.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	183

4.2.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	184
4.2.7 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	186
4.2.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	187
BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	189
5.1 Sonuç ve Tartışma.....	189
5.1.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma	189
5.1.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma.....	192
5.1.3 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma	193
5.1.4 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma	194
5.1.5 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma	197
5.1.6 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Öğrencilerin 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma	203
5.1.7 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma	204
5.2 Öneriler	206
5.2.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) Geliştirme ile İlgili Öneriler	206
5.2.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT) Geliştirme ile İlgili Öneriler	207
5.2.3 Tasarım Temelli Matematik Uygulamaları ile İlgili Öneriler.....	208
5.2.4 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Öneriler	209
KAYNAKÇA.....	210
EKLER	251

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Literatürde Yer Alan Çeşitli Uzamsal Yetenek Testleri ve Testlerden Örnek Sorular.....	59
Tablo 2.2 Uzamsal Yetenek Bileşenlerine göre Geliştirilen Testler	71
Tablo 3.1 Araştırmanın Deseninin Özeti	97
Tablo 3.2 Araştırmanın Çalışma Grubu.....	98
Tablo 3.3 Veri Toplama Araçlarının Araştırmada Kullanımı.....	99
Tablo 3.4 MÖYÖ Madde Havuzunda Yer Alan Örnek Maddeler	103
Tablo 3.5 Fleiss'in Kappa Katsayısı Yorumlamaları.....	105
Tablo 3.6 Uzman Görüşlerinden Sonra MÖYÖ'den Çıkarılan Maddeler.....	105
Tablo 3.7 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin Uygulandığı Çalışma Grubu.....	108
Tablo 3.8 KMO ve Bartlett Test Sonuçları.....	110
Tablo 3.9 MÖYÖ Açımlayıcı Faktör Analizi Sonuçları.....	113
Tablo 3.10 Uzamsal Yetenek Testi'nin Uygulandığı Çalışma Grubu	124
Tablo 3.11 Madde Ayırt Edicilik Gücü İndeksi Değerlendirme Kriterleri.....	125
Tablo 3.12 Madde Güçlük İndeksi Değerlendirme Kriterleri.....	125
Tablo 3.13 Uzamsal Yetenek Testi'nin Madde Analizi Değerleri	125
Tablo 3.14 Uzamsal Yetenek Testi'nin Geneline ait Bilgiler.....	126
Tablo 3.15 KMO ve Bartlett Test Sonuçları.....	127
Tablo 3.16 UYT Alt Faktörleri ve Faktör Yükleri.....	128
Tablo 3.17 Uzamsal Yeteneğin Bileşenlerine göre Faktör Numaraları.....	129
Tablo 3.18 UYT Birinci Düzey Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları.....	130
Tablo 3.19 UYT İkinci Düzey Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları	133
Tablo 3.20 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testinin Madde Analizine Yönelik Bulgular	138
Tablo 3.21 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin Geneline ait Bilgiler.....	139
Tablo 3.22 Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri ve Uzamsal Yeteneğin Farklı Bileşenleri ile İlişkileri.....	142
Tablo 3.23 Mini Tasarım Görevi Örnekleri.....	143
Tablo 3.24 UYT Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları.....	147
Tablo 3.25 3BGDT Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları.....	148
Tablo 3.26 MÖYÖ Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları.....	149
Tablo 4.1 Deney ve Kontrol Gruplarının UYT Ön Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları	151
Tablo 4.2 Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin UYT Bileşenlerinin Ön Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	152
Tablo 4.3 Deney ve Kontrol Gruplarının UYT Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları	153
Tablo 4.4 Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin UYT Bileşenlerinin Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	153
Tablo 4.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarına ilişkin Betimsel İstatistikler	155
Tablo 4.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	155
Tablo 4.7 Deney Grubundaki Öğrencilerin Uzamsal Yetenek Bileşenlerinin Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	156

Tablo 4.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler	157
Tablo 4.9 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	157
Tablo 4.10 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Uzamsal Yetenek Bileşenlerinin Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	158
Tablo 4.11 Deney Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	159
Tablo 4.12 Deney Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	160
Tablo 4.13 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	160
Tablo 4.14 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	161
Tablo 4.15 Deney Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	162
Tablo 4.16 Deney Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	163
Tablo 4.17 UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	163
Tablo 4.18 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	164
Tablo 4.19 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	165
Tablo 4.20 Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	166
Tablo 4.21 Kontrol Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	169
Tablo 4.22 Kontrol Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	169
Tablo 4.23 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	170
Tablo 4.24 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	171
Tablo 4.25 Kontrol Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	172
Tablo 4.26 Kontrol Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	173
Tablo 4.27 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	173

Tablo 4.28 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi	175
Tablo 4.29 3BGDT Ön Test Betimsel İstatistikler	176
Tablo 4.30 UYT Puanlarına Göre Düzeltilmiş 3BGDT Ön Test Puanlarının ANCOVA Testi Sonuçları	177
Tablo 4.31 3BGDT Son Test Betimsel İstatistikler	178
Tablo 4.32 UYT Puanlarına Göre Düzeltilmiş 3BGDT Son Test Puanlarının ANCOVA Testi Sonuçları	178
Tablo 4.33 Düzeltilmiş 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi Sonuçlarına Göre Bonferroni Testi Sonuçları.....	179
Tablo 4.34 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin 3BGDT Betimsel İstatistikleri...	180
Tablo 4.35 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının İki Yönlü ANOVA Sonuçları	180
Tablo 4.36 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının t Testi Sonuçları	182
Tablo 4.37 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının t Testi Sonuçları	183
Tablo 4.38 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	183
Tablo 4.39 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	184
Tablo 4.40 Deney Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	185
Tablo 4.41 Deney Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	185
Tablo 4.42 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	186
Tablo 4.43 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	186
Tablo 4.44 Kontrol Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler	187
Tablo 4.45 Kontrol Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	188

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Harmanlayıcı Tasarım ve Öğrenme Döngüsü (Kolodner ve diğerleri, 2003)	23
Şekil 2.2 Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes ve diğerleri, 2011) (Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016)'dan alınmıştır.)	24
Şekil 2.3 Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Little ve diğerleri, 2005)	27
Şekil 2.4 Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Museum of Science-Boston, 2009).	28
Şekil 2.5 Mühendislik Tasarım Döngüsü (Museum of Science-Boston, 2009).	29
Şekil 2.6 Douglas, Moore ve Adams (2016) Tarafından Önerilen Mühendislik Tasarım Süreci	31
Şekil 3.1 Araştırma Süreci	97
Şekil 3.2 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği Çizgi Grafiği	112
Şekil 3.3 MÖYÖ Birinci Düzey Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler	116
Şekil 3.4 Birinci Bölüm için Örnek Soru	120
Şekil 3.5 Dördüncü Bölüm için Örnek Soru	121
Şekil 3.6 İkinci Bölüm için Örnek Soru	121
Şekil 3.7 Beşinci Bölüm için Örnek Soru	122
Şekil 3.8 Yedinci Bölüm için Örnek Soru	122
Şekil 3.9 Üçüncü Bölüm için Örnek Soru	123
Şekil 3.10 Altıncı Bölüm için Örnek Soru	123
Şekil 3.11 Uzamsal Yetenek Testi Çizgi Grafiği	127
Şekil 3.12 UYT Birinci Düzey Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler	132
Şekil 3.13 UYT İkinci Düzey Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler	134
Şekil 4.1 Grupların Ön Testten Son Teste 3BGDT Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması	181

KISALTMALAR VE SEMBOLLER

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)

TTMU: Tasarım Temelli Matematik Uygulamaları

UYT: Uzamsal Yetenek Testi

MÖYÖ: Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği

3BGDT: 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi

NAE: National Academy of Engineering (Ulusal Mühendislik Akademisi)

NRC: National Research Council (Ulusal Araştırma Kurulu)

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

ITEA: International Technology Education Association (Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği)

ITEEA: International Technology and Engineering Educators Association (Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimcileri Derneği)

NGSS: Next Generation Science Standarts (Gelecek Nesil Bilim Standartları)

BÖLÜM I: GİRİŞ

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

1.1 Problem

Birey dış dünyayı algılamaya başladıktan itibaren geometrik nesnelerle ve geometrik ilişkilerle karşı karşıya gelir. Dolayısıyla aslında matematikle ilk karşılaşma geometri ile başlar. Birey karşılaştığı geometri ilişkileri doğru bir şekilde yapılandırabilirse matematiksel ilişkileri de doğru bir şekilde yapılandırır (Gündoğdu Alaylı, 2012). Geometri, öğrencilere matematik ile gerçek hayat durumlarını birleştirme imkânı verdiğinden matematik müfredatında önemli bir rol oynamaktadır (Hvizdo, 1992).

Çok sayıda çalışma öğrencilerin ihtiyaçları olduğu kadar ya da kendilerinden öğrenilmesi beklenen kadar geometriyi öğrenemediklerini belirtmektedir (Clements ve Battista, 1992). Matematik eğitiminde ve dolayısıyla geometri öğretiminde öğrencilere gerekli becerileri kazandırma öğrenme ortamına mühendislik tasarımı sürecinin dahil edilmesi ile mümkün olabilir. Mühendislik tasarımının bu problemler için bir bağlam olarak kullanılması öğrencilerin öğrenmeleri için doğal bir yoldur (Zhou ve diğerleri, 2017). Mühendislik tasarım etkinlikleri, öğrencileri matematik ve fen kavramlarını öğrenmeye motive edebilir (Moore ve diğerleri, 2013).

Sınıflardaki tasarım etkinlikleri; fen, matematik ve teknoloji bilgisini birleştiren disiplinler arası bir yaklaşımdır (Brophy ve diğerleri, 2008) ve öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve iletişim becerilerini (Lewis, 2006) desteklemektedir. Araştırmalar ayrıca tasarım etkinliklerini matematik ve fen derslerine entegre etmenin öğrencilerin matematik ve fen bilgisi içeriğini öğrenmesine yardımcı olduğunu göstermektedir (Cantrell ve diğerleri, 2006). Mühendislik tasarımı, açık uçlu problemleri çözmede, yaratıcı düşünmeyi geliştirmede, çözüm üretmekle kararlar vermede ve çeşitli kısıtlamaları karşılayacak alternatif çözümleri değerlendirmede fen ve matematik kavramlarını birleştirmek için kullanılabilecek önemli bir öğrenme aracıdır (Wang ve diğerleri, 2011; Yasin ve diğerleri, 2012).

Brophy ve diğerleri (2008), tasarım temelli bir öğretimi kullanarak sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen ve matematik öğretiminin öğrencilerin geometrik ve uzamsal akıl yürütmeyi kullanma yeterliliklerini geliştirdiğini belirtmektedir. Tasarım etkinlikleri öğrencilerin üç boyutlu düşünme yeteneklerini geliştirmelerine, mühendislik ve teknoloji okuryazarlığı becerileri kazanmalarına yardımcı olabilir (Cunningham ve diğerleri, 2007). Araştırmaların çoğu, 3 boyutlu geometri öğretiminde öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır (Clements ve Sarama, 2007; Presmeg, 2006). Bu çalışmada, birbiriyle ilişkili iki yetenek olan uzamsal yetenek ve üç boyutlu geometrik düşünme becerisi (Clements ve Sarama, 2007; Gutierrez, 1992) ayrı ayrı ele alınmıştır. Üç boyutlu geometrik düşünme becerisi bireylerin belirli bir müfredatta çeşitli görevleri yerine getirme kapasitesi olarak tanımlanmıştır. Açınımları oluşturma, 2 boyutlu şekillerle 3 boyutlu nesneleri temsil etme, katı cisimleri ve elemanlarını belirleme, 3 boyutlu nesnelerin yüzey alanlarını ve hacimlerini hesaplama, 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini karşılaştırma gibi bilgi ve beceriler ile ilgilidir (NCTM, 2000). Uzamsal yetenek ise bireylerin uzamsal görüntüler oluşturmalarını, onları birbirine dönüştürmelerini ve çeşitli problemleri çözmede onları kullanmalarını sağlayan zihinsel bir faaliyet biçimi olarak kabul edilmiştir (Hegarty ve Waller, 2005; Kozhevnikov, Motes ve Hegarty, 2007). Uzamsal yetenek Lohman (1988) tarafından önerilen üç boyutta ele alınmıştır: Uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim. Bu çalışmada ortaokul düzeyindeki öğrenciler için uzamsal yeteneğin bu 3 boyutunu ölçen bir UYT geliştirilmiş ve 3BGDT'nin Türkçe'ye adaptasyonu gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'deki öğrencilerin fen ve matematikteki performansı hakkındaki uluslararası değerlendirmeler, öğrencilerin performansının düşük olduğunu göstermektedir. Büyük bir kısmını 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 2015 PISA sınavı sonuçlarına göre, fen okuryazarlığı alanında katılımcı tüm ülkelere ilişkin ortalama puan 465 iken Türkiye ortalaması ise 425'tir. Fen okuryazarlığı alanında sıralamalara bakıldığında ise 2012 yılında ülkemiz 65 ülke arasında 43. sırada iken, 2015 yılında yapılan sınavda 72 ülke arasında 54. sıradadır. Ülkemizin matematik okuryazarlığı PISA 2015 sonuçları incelendiğinde, matematik okuryazarlığı alanındaki ortalama puanı 428, tüm ülkelerin ortalaması ise 461'tir. PISA matematik okuryazarlığı alanındaki ortalama puanlar yıllara göre incelendiğinde Türkiye'deki öğrencilerin PISA 2015 performansının PISA

2009'a ve PISA 2012'ye göre daha düşük olduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığı alanında sıralamalar incelendiğinde 2012 yılında ülkemiz 65 ülke arasında 44. sırada iken, 2015 yılında yapılan sınavda 72 ülke arasında 50. sıradadır (PISA Ulusal Raporu, 2015). Bu raporlar ülkemizde matematik eğitiminin, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin entegrasyonunun sağlandığı bir bağlamda gerçekleştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Mühendislik tasarım aktiviteleri ortaokul seviyesi için özellikle önemlidir çünkü öğrencilerin öz-yeterliliklerinin gelişiminde ve mühendislik tasarım süreçlerini anlamalarında onları harekete geçirecek bir potansiyele sahiptir (Carr, Bennett ve Strobel, 2012). Fakat geleneksel sınıf ortamları genellikle tasarım aktivitelerinden yoksundur ve öğrencileri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri tasarım problemlerini çözmeye hazırlamamaktadır (Moreno ve diğerleri, 2016). Çeşitli araştırmalar, geleneksel olarak gerçekleştirilen bir gerçek bilginin ezberlenmesine yol açabileceğini, çoğu zaman anlamlı öğrenmeyi sağlayamadığını ortaya koymuştur (Loverude, Kautz ve Heron, 2002). Anlamlı öğrenme, öğrenenler gerçek dünya bağlamları içinde önceki bilgileri ile yeni deneyimleri ve becerileri arasında bağlantı kurduklarında ortaya çıkar (Brooks ve Brooks, 1993). Anlamlı öğrenme/ezbere öğrenme ikilemi ile bakıldığında devreye öğrencilerin öğrenme yaklaşımları girmektedir. Anlamlı öğrenme ile eşleşen derinlemesine öğrenme yaklaşımı (Offir, Lev ve Bezael, 2008) ve ezbere öğrenme ile uyuşan yüzeysel öğrenme yaklaşımı (Byrne, Flood ve Willis, 2001) öğrencilerin genel olarak öğrenmeye yönelik yaklaşımlarıdır (Marton ve Saljo, 1976a).

Matematik eğitimi çalışmalarında araştırmacılar öğrencilerin tümünün aynı öğrenme yaklaşımını benimsemediği, farklı öğrenme yollarını tercih ettiği sonucuna ulaşmışlardır (İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Peker ve Aydın, 2003; Yenilmez ve Çakır, 2005). Öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin eğitim-öğretim yaşantılarındaki öneminden yola çıkarak, öğrenciler henüz ortaokul seviyesinde iken lise ya da üniversite gibi meslek tercihleri için önemli kararların verildiği öğretim seviyelerine geçilmeden öğrencilerin matematik dersini öğrenmeye karşı olan tercihlerinin belirlenmesi ve öğrenme ortamlarının bu doğrultuda hazırlanması önem arz etmektedir. Ayrıca öğrenme yaklaşımları bireysel farklılık olarak kabul edilmekle birlikte değişmez nitelikte değildir (Demirel, 2000). Dolayısıyla öğretim faaliyetleri öğrencilerin bir dersteki öğrenme yaklaşımlarını doğrudan etkilemektedir (Selçuk, 2013). Matematik öğretmenlerinin öğrencilerinin

öğrenme yaklaşımları durumlarını göz önünde bulundurarak öğretim faaliyetleri içerisine girmesi bu açıdan çok önemlidir. Örneğin eğer bir sınıfta yüzeysel öğrenen öğrenciler çoğunlukta ise öğretmen ezbere yönlendirecek çalışmalardan daha çok derinlemesine öğrenmeye yönlendirecek etkinlikler gerçekleştirebilir (Chin ve Brown, 2000). Matematik dersleri geleneksel öğretim yöntemleri ile gerçekleştirildiğinde, öğrenciler tanım ve formüller içerisinde kalmakta, temel matematiksel kavramları öğrenmekte güçlük çekmekte ve bunları problem çözmede nasıl uygulayacaklarını bilememektedirler. Ezbere dayalı değerlendirme yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı geleneksel sınıf ortamları, öğrencileri yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih etmeye yönlendirmektedir (Spencer, 2003).

Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının genel olarak incelenmesi yerine bir alana özgü olarak değerlendirilmesinin öğrencilerin öğrenme yaklaşımları hakkında daha detaylı bilgiler verebileceği düşünülmektedir (Entwistle, 1997) ve öğrenenin yaşı ve sınıf düzeyi öğrenme yaklaşımlarını etkilemektedir (Can ve Boz, 2012). Matematik doğası gereği soyut bir disiplin olma (Steiner, 2007) durumu da dikkate alındığında, matematik dersi için özel olarak öğrenme yaklaşımlarının incelenmesi genel olarak öğrenme yaklaşımlarına göre değerlendirme yapmaktan daha doğru sonuçlar verebilir (İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013). Bu bilgilerden hareketle, bu çalışmada ortaokul düzeyindeki öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için MÖYÖ geliştirilmiştir.

Araştırma sonuçları öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına olan ilgilerini daha lise düzeyine ulaşmadan ortaokul düzeyinde kaybettiklerini göstermektedir (Marasco ve Behjat, 2013). Aslında öğrenciler bilime güçlü bir şekilde ilgi göstererek okula gelmektedirler ancak ilgilerinin azalması bilimin öğretilmesinden kaynaklanmaktadır (Krajcik ve diğerleri, 2003). Bu sonuç öğrenme-öğretme ortamındaki çeşitli değişkenlerin (öğretim yöntemleri, motivasyon, başarı durumu, öğretmenin öğrenciye karşı olan tutumu vs.) öğrencilerin bir disiplindeki öğrenme yaklaşımlarını önemli ölçüde etkilediği (Rhem, 1995) sonuçları ile de örtüşmektedir. Araştırmacılar öğrenme ortamlarının düzenlenerek, ortaya çıkan ürünün niteliğinin değiştirilebileceğini belirtmektedir (Entwistle ve Tait, 1990; Biggs, 1999; Fry, Ketteridge ve Marshall, 2003). Nitekim matematik öğretmenlerinin öğrencilerinin öğrenme yaklaşımları durumlarını göz önünde bulundurarak öğretim faaliyetleri

içerisine girmesi etkili bir öğrenme ortamı sağlayabilir. Örneğin eğer öğrencilerin önemli bir bölümü yüzeysel öğrenme yaklaşımına sahip ise öğretmen ezbere yönlendirecek çalışmalardan kaçınarak daha çok derinlemesine öğrenmeye yönlendirecek alternatif etkinliklerin sayısını arttırabilir. Mühendislik tasarım temelli matematik uygulamaları da bu açıdan alternatif öğrenme etkinlikleri arasına alınabilir.

Bütün bu bilgiler ışığında bu araştırmanın temel problem cümlesi “Tasarım temelli matematik uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisi nasıldır?” şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca “Tasarım temelli matematik uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre farklılaşmakta mıdır?” problem cümlesine cevap aranmıştır.

1.2 Amaç

Bu araştırmanın temel amacı tasarım temelli matematik uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisini incelemektir. Ayrıca öğrencilerin tasarım temelli matematik uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre farklılaşıp farklılaşmadığı araştırılmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda araştırmada kullanılan ölçme araçları ve yarı-deneysel çalışma ile ilgili olarak aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Uzamsal Yetenek Testi (UYT) geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı mıdır?
2. Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı mıdır?
3. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı mıdır?
4. Uzamsal yetenek ile ilgili alt problemler;
 - a) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - b) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?

- c) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal yetenekleri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermekte midir?
- 5. 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri ile ilgili alt problemler;
 - a) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - b) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - c) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermekte midir?

1.3 Önem

Bulunduğunuz bir yerden başka bir yere giderken belli bir yol izlersiniz. İzlediğiniz bu yolu zihninizde yeniden çizebiliyorsanız ya da elinizdeki bir nesnenin farklı açılardan görünümlerini hayal edebiliyorsanız uzamsal düşünüyorsunuz demektir. Uzamsal yetenek bu beceriler ve diğer pek çok becerinin (ör. nesneleri döndürme ve öteleme, parçalarına ayırma ve tekrar birleştirme; 2 boyuttan 3 boyuta ve 3 boyuttan 2 boyuta geçiş) kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır (Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1988; McGee, 1979a; Olkun, 2003; Turgut, 2015). Uzamsal yeteneğin tanımları ile ilk kez karşılaşan bir kişi, uzamsal yeteneğin özellikle mühendislik için uygulanabilir olduğunu düşünebilir. Ancak son yıllardaki araştırmalar uzamsal yeteneğin sadece STEM alanlarında değil değişik pek çok disiplinde önemli olduğunu doğrulamaktadır (Turgut, 2015). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) (2010) uzamsal akıl yürütmeyi ilköğretim matematik müfredatına entegre etmeyi önermektedir. Ayrıca artık birçok kişi uzamsal eğitimin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) disiplinlerindeki performansı artırmak için önemli bir kaynak olabileceğine inanmaktadır (Lubinski, 2010; Newcombe, 2010). Dolayısıyla uzamsal yetenek öğrencilerin eğitim hayatlarının bütününde önemlidir.

Uzamsal yeteneğin nasıl ölçüleceği üzerine oldukça yoğun bir literatür vardır (Turgut, 2015). Ancak bu ölçme araçları çok çeşitlidir ve uzamsal yeteneğin aynı bileşenlerini kullanmamaktadır (Turğut, 2007). Bu çalışmada uzamsal yetenek Lohman (1988) tarafından kabul edilen üç bileşene ayrılarak incelenmiştir: Uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme. Özellikle ortaokul düzeyindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini bu üç boyutta ölçen bir uzamsal yetenek testinin literatürde bulunmadığından hareketle araştırmacı tarafından geliştirilen UYT'nin bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Geliştirilen ölçme aracı öğrencilerin hem genel olarak uzamsal yeteneklerinin hem de uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt boyutlarındaki yeteneklerinin incelenmesine imkan vermektedir.

Salisbury (1987) uzamsal yetenek için yapılan tanımlamalara benzer şekilde geometriyi iki boyutlu şekillerden sonra üç boyutlu şekilleri tanıma ve hareket ettirme olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmada, birbiriyle ilişkili iki yetenek olan uzamsal yetenek ve üç boyutlu geometrik düşünme becerisi (Clements ve Sarama, 2007; Gutierrez, 1992) ayrı ayrı ele alınmıştır. Alanyazın incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerini ölçen Türkçe bir ölçme aracının olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada Pittalis ve Christou (2010) tarafından geliştirilen 3BGDT'nin Türkçe'ye adaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla matematik eğitimine yeni bir ölçme aracı kazandırılmıştır. Bu açıdan çalışmanın bu alandaki bir ihtiyacı karşıladığı söylenebilir.

Araştırmada kullanılan diğer ölçme aracı Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) dir. Öğrenme yaklaşımları ile ilgili araştırmalar incelendiğinde derinlemesine ve yüzeysel olmak üzere iki tür öğrenme yaklaşımı ele alanlar (ör. Marton ve Saljo, 1976a; Chin ve Brown, 2000; Ellez ve Sezgin, 2002) ve derinlemesine, yüzeysel ve stratejik olmak üzere üç tür öğrenme yaklaşımı olduğunu belirtenler (ör. Senemoğlu, 2011; Darlington, 2011; Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu, 2012) bulunmaktadır. Mevcut çalışmalarda kullanılan öğrenme yaklaşımları ölçekleri çoğunlukla farklı öğrenim kademesindeki bireylerin genel olarak öğrenme yaklaşımlarını incelemektedir (ör. Ellez ve Sezgin, 2002; Evans, Kirby ve Fabrigar, 2003; Cano, 2005; Cope ve Staehr, 2005; Heikkila ve Lonka, 2006; Çolak ve Fer, 2007; Rodriguez ve Cano, 2007; Ekinci, 2009; Beşoluk ve Önder, 2010; Senemoğlu, 2011; Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu, 2012). Matematik dersine karşı öğrenme yaklaşımlarını belirleyen ölçeklerin geliştirildiği ya da kullanıldığı araştırmaların sayısı oldukça azdır (ör. Cano ve Berben, 2009; Darlington,

2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Matic, Matic ve Katalenic, 2013) ve bu çalışmalar lise ya da üniversite düzeyinde öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Ortaokul düzeyinde öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını inceleyen bir ölçeğin geliştirildiği çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada 3 tür öğrenme yaklaşımını (derinlemesine, stratejik ve yüzeysel) içeren ve özel olarak ortaokul seviyesinde öğrencilerin matematik dersi ile ilgili öğrenme yaklaşımlarını ölçen MÖYÖ geliştirilmiştir. Bu ölçme aracının öğrenme yaklaşımları ile ilgili literatüre ve matematik eğitimi çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Roth, Tobin ve Ritchie (2001) mühendislik eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların tasarım sürecine çok fazla odaklandığını ve fen içeriğine yeteri kadar odaklanmadığını belirtmektedir. Matematik dersine yönelik gerçekleştirilen STEM aktiviteleri ve daha özel olarak tasarım aktiviteleri ile ilgili araştırmalar ise çok az sayıdadır (ör. Kertil ve Gürel, 2016; Stohlman, Moore ve Cramer, 2013). Dolayısıyla, STEM çalışmalarında mühendisliğin yanı sıra matematik de tanınmaya muhtaç görünmektedir (English ve King, 2015). Honey ve diğerleri (2014), STEM entegrasyonunun matematik öğrenimini ilerletmedeki potansiyelinin fenden daha az vurgulandığını belirtmiştir; mühendislik temelli etkinlikler bile büyük ölçüde problemin matematiksel boyutunu geri planda bırakarak fen dersine yönelik olma eğilimindedir (Honey ve diğerleri, 2014; Walkington ve diğerleri, 2014). Mühendislik entegrasyonu konusunda müfredat geliştirme, mühendislik eğitiminin öğrencilere etkileri ve disiplinler arası en iyi uygulamalar hakkında araştırmalar halen devam etmektedir (Alemdar ve diğerleri, 2018). Ancak özellikle matematik dersine yönelik tasarım etkinlik örnekleri çok sınırlı sayıdadır. Bu çalışma ile öğretim sürecine mühendislik uygulamalarının dahil edilmesine yönelik 8 farklı etkinlik geliştirilmiş ve etkinlikler çalışma yaprakları ile birlikte kitapçık haline getirilerek öğrencilerin, öğretmenlerin ve araştırmacıların kullanımına sunulmuştur. Matematik dersine yönelik tasarım temelli etkinlik örnekleri sunan literatürdeki ilk çalışmalardan olması bakımından bu çalışma ayrıca önemlidir.

Alanyazında yapılan araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde, yapılan bu çalışmalarda STEM alanlarından mühendislik boyutunu ön plana çıkararak gerçekleştirilen tasarım aktivitelerinin ortaokul seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ya da geometrik düşünme becerilerini nasıl etkilediği araştırılmamıştır. Bu çalışmada tasarım temelli matematik uygulamalarının, geleneksel öğretim (düz anlatım,

soru-cevap) ile karşılaştırıldığında, 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometri düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırma sonucunda elde edilen bulguların matematik eğitimi için önemli olduğu düşünülmektedir.

Mühendislik tasarımı ile ilgili birçok araştırma lise ve üst düzeydeki öğrencilere odaklanmaktadır, daha küçük sınıflar ile gerçekleştirilen çalışmalar sınırlıdır (English ve King, 2015). Bu durum kısmen tasarım süreçlerinin küçük sınıflar için çok karmaşık olduğu görüşüne dayanabilir. Araştırmaların büyük bir kısmının daha büyük öğrencileri hedef alması nedeniyle, daha küçük yaşlardaki öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini kullandıkları çalışmalara ihtiyaç vardır. Araştırmalarda da belirtildiği gibi ortaokul dönemi öğrencilerin hayatları üzerinde diğer zamanlara göre en fazla etki bırakan dönemdir. Ayrıca bu yıllar öğrencilerin gelecekle ilgili kariyerlerini ve akademik yaşantılarını düşündükleri yıllardır (Singh, Granville ve Dika, 2002). Bu durum araştırmayı ve araştırma sonunda elde bulguları önemli hale getirmektedir.

1.4 Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- Konu açısından ortaokul matematik öğretim programı geometri öğrenme alanında yer alan kazanımlarda geçen konular ile sınırlıdır.
- Örneklem açısından İstanbul ili Beşiktaş ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulundaki 75 sekizinci sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.
- Zaman açısından 2014-2015 ve 2015-2016 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
- Ölçme araçları açısından UYT, MÖYÖ ve 3BGDT ile sınırlıdır.

1.5 Sayıtlar (Varsayımlar)

Bu araştırmada;

- Öğrencilerin MÖYÖ içerisinde yer alan soruları içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.
- Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin, araştırma boyunca birbirleriyle etkileşime girmedikleri varsayılmaktadır.

- Öğrencilerin sınıf dışında herhangi bir yardım almadığı ve ek çalışma yapmadığı varsayılmaktadır.

1.6 Tanımlar

Mühendislik Tasarım Süreci: Mühendislerin mühendislik problemlerini çözmek ve ürün geliştirmek için kullandıkları süreçtir. Eğitim alanında ise matematik ve fen içeriğini anlamlı bir şekilde öğrenmek için mühendislerin kullandıkları tasarım süreçlerinin kullanması yoluyla gerçekleştirilen öğretim sürecidir (Moore ve diğerleri, 2013).

Uzamsal Yetenek: Birçok becerinin (ör. nesneleri döndürme ve öteleme; parçalarına ayırma ve tekrar birleştirme; 2 boyuttan 3 boyuta ve 3 boyuttan 2 boyuta geçiş) kombinasyonudur (Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1988; McGee, 1979a; Olkun, 2003; Turgut, 2015).

Uzamsal Görselleştirme: Genel olarak nesneleri 2 boyutlu ve 3 boyutlu uzayda kullanabilme yeteneğidir (McGee, 1979a). Lohman'a (1988) göre uzamsal görselleştirme, verilen bir nesnenin birden çok adım içeren zihinsel manipülasyonlarını yapmayı gerektirir.

Uzamsal İlişkiler: 2 boyutlu ve 3 boyutlu nesneleri zihinsel olarak hızlı ve doğru bir şekilde döndürme yeteneğidir (Colom ve diğerleri, 2002).

Uzamsal Yönelim: Bir şeklin farklı bir bakış açısıyla nasıl görüneceğinin hayal edilmesi ve sonra bu perspektife göre karar verilmesini içerir (Hegarty ve Waller, 2004).

3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerisi: Bireylerin belirli bir müfredatta çeşitli görevleri yerine getirme kapasitesidir. Açınımları oluşturma, 2 boyutlu şekillerle 3 boyutlu nesneleri temsil etme, katı cisimleri ve elemanlarını belirleme, 3 boyutlu nesnelerin yüzey alanlarını ve hacimlerini hesaplama, 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini karşılaştırma gibi bilgi ve beceriler ile ilgilidir (NCTM, 2000).

Öğrenme Yaklaşımı: Bireyin bir konuyu öğrenirken niyetine (anlam arama, ezberleme, başarılı olma isteği) bağlı olarak gösterdiği yönelimdir (Ekinci, 2009).

Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı: Yeni karşılaşılan durumları eski bilgilerle ve tecrübelerle eleştirel olarak ilişkilendirerek öğrenmeye yönelme ve anlamaya odaklanma şeklinde tanımlanan öğrenme yaklaşımı türüdür (Ng ve Ng, 1997).

Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı: Bir bilginin diğer bir bilgi ile ilişkisini düşünmeden ezberlemeye odaklanma (Trigwell ve Prosser, 1991), dış faktörlerin etkisinden dolayı öğrenme etkinliklerini gerçekleştirme (Ramsden, 2000) şeklinde tanımlanan öğrenme yaklaşımı türüdür.

Stratejik Öğrenme Yaklaşımı: Bulunulan bağlam doğrultusunda en yüksek notu almak için hem derinlemesine hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarının kullanıldığı (Makinen, 2003) ve öğrencilerin rekabete dayalı motivasyonlarının yüksek olduğu (Entwistle ve Tait, 1990) bir çeşit “karma yaklaşım” dır (Gijbels, Van de Watering, Dochy ve Van de Bossche, 2005).

BÖLÜM II: ALAN YAZIN/İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi

Gerçek hayatta problemlerle karşılaştığımız zaman problemin hangi parçasının fen ile ilgili olduğunu, hangi parçasının matematiği ya da mühendisliği ilgilendirdiğini sormayız (Beane, 1995). Gerçek hayat problemlerinin okullarda öğretilen disiplinler gibi birbirinden ayrı ayrı olmadığı fikrinden hareketle eğitimciler müfredat entegrasyonu fikrini ortaya atmışlardır (Czerniak ve diğerleri, 1999). Sınıflara STEM entegrasyonu fikri de bir çeşit müfredat entegrasyonudur. STEM entegrasyonu, disiplinlerarası öğretim yaklaşımında STEM alanlarını (matematik, teknoloji, mühendislik ve matematik) birleştiren bir yaklaşımdır (Wang ve diğerleri, 2011). Akgündüz ve diğerleri (2015) ülkemizde uygulanan mevcut eğitim yaklaşımının fen, matematik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk olarak verdiğini belirtmektedir ve buna bir anlamda “Geleneksel STEM” adını vermektedir. Kimya, biyoloji gibi fen bilimlerinin ve matematiğin kuramsal bilgilerinin teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile harmanlamasını ise “Bütünleştirici STEM” olarak adlandırmaktadır. Bu çalışmada bu tanımdan hareketle “Bütünleştirici STEM”, “Bütünleştirilmiş STEM”, “STEM Entegrasyonu” kavramları birbirinin yerine dönüşümlü olarak kullanılmaktadır.

Moore ve diğerleri (2014), bütünleştirilmiş STEM eğitimini matematik ve fen derslerindeki anlamlı öğrenme için teknoloji kullanma aracılığıyla öğrencileri mühendislik tasarım sürecine dahil etme olarak tanımlamaktadır. Entegre STEM eğitiminin bu tanımı, mühendisliğin fen ve matematik derslerine entegrasyonunu özellikle vurgulamaktadır.

Stohlmann, Moore ve Cramer’e (2013) göre, etkili entegre STEM müfredatının beş ana özelliği vardır. Öncelikle, müfredatın içeriği öğrenciler için motive edici, anlamlı ve ilgi çekici olmalıdır (Brophy ve diğerleri, 2008; Frykholm ve Glasson, 2005). İkincisi, etkinliklerde temel amaç matematik ve/veya fen içeriği olmalıdır (Stohlmann ve diğerleri, 2011). Üçüncüsü, etkinlikler öğrenci merkezli, işbirliğine dayalı olmalı ve öğretmen etkinlikleri yönetici rolde olmalıdır (Johnson, Johnson ve Smith, 2007). Dördüncüsü, etkinlikler öğrencilerin teknolojiyi kullanırken ya da tasarım yaparken

teknolojinin zaman içinde nasıl geliştiğini anlayarak daha fazla teknoloji meraklısı olmalarını sağlamalıdır. Son olarak, etkinlikler öğrencilerin takım çalışması ve iletişim becerilerini geliştirmelerini sağlayan mühendislik tasarım sürecine katılmalarını sağlamalıdır (Dym ve diğerleri, 2005).

Araştırmalar, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik arasındaki bütünleştirici yaklaşımların, öğrencilerin özellikle ilgilerini çekmede ve disiplinlerdeki öğrenci başarısını artırma önemli etki yarattığını göstermektedir (Becker ve Park, 2011). Entegre müfredatın diğer yararları, daha öğrenci merkezli olması (Czerniak ve diğerleri, 1999), kalıcı öğrenme düzeyini artırması (Crosling, Heagney ve Thomas, 2009), öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmesi (Smith ve Karr-Kidwell, 2000), daha üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesi (Stohlmann, Moore ve Cramer, 2013) olarak sıralanabilir. Ayrıca STEM öğrenme deneyimleri öğrencileri 21. yüzyılın küresel ekonomisine hazırlar (Hynes ve Santos, 2007). Özellikle mühendisliğin entegrasyonu yoluyla, öğrenciler toplumdaki rolünün ve varlığının daha fazla farkına varabilir ve mühendislik tasarım süreçlerini gerçek dünyadaki sorunların çözümüne uygulayabilirler (NAE ve NRC, 2009).

STEM entegrasyonunun yukarıda belirtilen faydalarına rağmen, bu konuda daha fazla sayıda araştırmaya ihtiyaç vardır ve özellikle küçük sınıflar için dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır (English ve King, 2015). Araştırmacıların karşılaştığı zorluklardan biri etkili STEM entegrasyonunun önündeki engellerin nasıl aşılabacağıdır. Örneğin, bütünsel öğretimin ne anlama geldiği açık bir şekilde anlaşılmış değildir. Birçok öğretmenin multidisipliner içerik bilgisi yetersizdir (Moore ve diğerleri 2014; Stinson ve diğerleri, 2009). STEM entegrasyonunu daha geniş olarak incelemek bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Bu çalışmada, ortaokul öğrencileri mühendislik tasarım süreçlerine dahil edilerek, STEM entegrasyonunun matematik dersi bağlamında gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bundan sonraki bölümlerde özellikle ortaokul düzeyinde mühendislik entegrasyonu ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2.2 Mühendislik Entegrasyonu

STEM alanları içerisinde yer alan matematik, fen ve teknoloji disiplinleri K-12 öğretim programlarında çok uzun zamandır yer almalarına ve standartlaşmış tanımlamaları

olmasına rağmen, mühendislik disiplini için böyle bir durum söz konusu değildir (NAE ve NRC, 2009). Entegre fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi, öğrencilerin tipik olarak ayırık konular arasındaki doğal bağlantıları görmelerini sağlar ve ilgili tüm alanlarda öğrencinin ilgisini ve başarısını artırma potansiyeline sahiptir (NAE ve NRC, 2009). Bununla birlikte, özellikle mühendislik eğitimi, çoğu K-12 okulunda ihmal edilmiştir (Katehi, Pearson ve Feder, 2009). Ancak son yıllarda mühendislik eğitiminin ilk ve orta dereceli okullara aktarılması konusunda artan bir ilgi söz konusudur (Purzer ve Shelley, 2018). Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği [International Technology Education Association, (ITEA)] 2010 yılında adını Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimi Derneği [International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA)] olarak değiştirmiştir. Bu durum açık bir şekilde mühendislik disiplininin uluslararası düzeyde önemli görüldüğünü göstermektedir (Ercan, 2014).

Tasarım ve problem çözmeye odaklanan mühendislik, K-12 eğitiminde STEM alanlarında (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) öğrenmeye teşvik etmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, tarihsel olarak bakıldığında eğitim araştırmalarında mühendislik K-12 eğitim sistemindeki temel konuların bir parçası olarak çok az dikkat çekmiştir. Ancak bu eğilim 2000'li yılların başından bu yana değişerek, hem yükseköğretimde hem de K-12'de mühendislik eğitimi araştırmalarında artış görülmüştür. Mühendislik artık K-12 STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) paketinin unutulmuş bir bileşeni değil, büyük ölçüde bütünleştirici unsur olarak kabul edilmektedir (Purzer ve Shelley, 2018).

Amerika'da yayınlanan Gelecek Nesil Bilim Standartları [Next Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013)] ve K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve [A Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012)] raporları özellikle fen eğitimine mühendislik eğitiminin entegrasyonuna yönelik bilgiler sunmaktadır. NRC (2012) raporunda hem fen hem de mühendislik uygulamalarına her sınıfta yer verilmesi ihtiyacı vurgulanmaktadır, böylece öğrenciler mühendislerin çalışmalarını ve mühendislik ile fen arasındaki ilişkileri anlayabileceklerdir. NGSS (2013) ise bütünsel öğretime yani bir disipline ait uygulamalara, o disiplinin temel kavramlarına ve diğer disiplinler ile

kesişen kavramların öğretimine vurgu yapar; bu nedenle üç boyutta bir öğrenmeyi savunmaktadır (Goldstein ve diğerleri, 2018).

Mühendislik, gerçek dünyada meydana gelen iyi yapılandırılmamış ve açık uçlu problem türlerini ele almak için bilimsel ve matematiksel kavramların kullanılmasını gerektirir (Sheppard ve diğerleri, 2009). Merkezindeki mühendislik ile entegre edilen STEM eğitimi, öğrencilerin bilimsel, matematiksel ve teknolojik okuryazarlıklarını geliştirerek problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık konularındaki yeteneklerini artırır (Purzer ve Shelley, 2018), çünkü mühendislik problemleri doğası gereği birçok çözüm olanakları sunan açık uçlu problemlerdir (Douglas ve diğerleri, 2018).

Bu çalışmada matematik dersi içerisine mühendislik entegrasyonu, mühendislik tasarım süreci kullanılarak mühendislik tasarım etkinlikleri ile gerçekleştirildiğinden araştırmada geçen etkinlikler için “tasarım temelli matematik uygulamaları” ismi verilmiştir. Bundan sonraki bölümlerde mühendislik tasarımından ve mühendislik tasarım süreçlerinden bahsedilmiştir.

2.2.1 Mühendislik Tasarımı

Herkes hayatın akışı içerisinde doğal olarak problem çözme ile uğraşır (Nickerson, 1994). Aynı durum tasarım faaliyetleri için de geçerlidir (Fortus ve diğerleri, 2005). Çevremizi ihtiyaçlarımıza uygun hale getirmeye çalışmak için araçları ve malzemeleri kullandığımızdan, tasarım yapabilme aslında temel bir insan yeteneğidir (Roberts, 1995). Bu nedenle, tasarım temelli etkinlikler, tüm öğrencilerin temel kapasitesine yönelik olma potansiyeline sahiptir (Fortus ve diğerleri, 2005).

Tasarım kavramı çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Wendell, 2008). Mühendislik tasarımı bu alanlardan biridir ve bir öğrenme sürecidir (Dym ve diğerleri, 2005); mühendisliğin merkezi veya ayırt edici aktivitesi olarak kabul edilmektedir (Simon, 1996). Mühendislik tasarımı, mühendislerin mühendislik problemlerini çözmek ve ürün geliştirmek için kullandıkları süreçtir. Aynı zamanda mühendislik mesleğinin temelini oluşturmaktadır (Moore ve diğerleri, 2013). Bir diğer bakış açısıyla tasarım, mühendislerin problem çözme yöntemidir. Problemi tanımlamakla başlar ve çözümü bulmakla sona erer (NAE ve NRC, 2009; NAE, 2010).

Mühendislik tasarımı için yapılan genel tanımlardan biri “tasarımcıların belirli bir kısıtlama kümesini yerine getirirken, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayan ve işlevleri olan cihazları ve sistemleri ürettiği ve değerlendirdiği sistematik, akılcı bir süreç” (Dym ve diğerleri, 2005) şeklindedir.

Marulcu (2010), mühendislik tasarımının açık bir tanımını yapmak için Kolodner (2006) tarafından yapılan Öğrenme aracılığıyla Tasarım [Design by Learning™], tasarım tabanlı modelleme (Penner ve diğerleri, 1998) ve çocuklar için mühendislik (Roth, 1996) yaklaşımlarının ortak noktalarına dayanarak oluşan 3 tanımlamayı temel almıştır. Mühendislik tasarımı, insan problemlerini çözen fiziksel bir ürünün yapımını içeren bir faaliyettir (Marulcu 2010).

Kolodner (2002) tarafından açıklanan tasarım aktivitelerinde, öğrenciler tasarım problemlerine katılırlar. Tasarım problemlerini çözerken ilgili dersin içeriğini kavrarlar. Bu süreçte, öğrenciler önceki fikirlerini pekiştirerek veya yanlış anlamaları ile yüzleşerek ve tekrar test edip değiştirerek kavramsal anlamalarını geliştirme şansına sahiptir. Aslında birçok eğitimci öğrenmeyi; deneyimleme, araştırma yapma, test etme, iyileştirme ve değerlendirme gibi aşamalardan oluşan bir tasarım modeli etrafında düzenlemektedir (Dillon ve Howe, 2007). Bir başka bakış açısıyla, tasarım temelli öğrenme, proje temelli öğrenmenin özel bir halidir (Barron ve diğerleri, 1998).

Mühendislik tasarımı, açık uçlu problemleri çözmede, yaratıcı düşünmeyi geliştirmede, çözüm üreterek kararlar vermede ve çeşitli kısıtlamaları karşılayacak alternatif çözümleri değerlendirmede fen ve matematik kavramlarını birleştirmek için pedagojik bir araçtır (Wang ve diğerleri, 2011; Yasin ve diğerleri, 2012). Mühendislik, gerçek dünyada meydana gelen iyi yapılandırılmamış ve açık uçlu problem türlerini ele almak için bilimsel ve matematiksel kavramların kullanılmasını gerektirir.

Apedoe ve diğerleri (2008), bilimsel araştırma ve mühendislik tasarımının birleşimi olan tasarım temelli öğrenmenin, hem K-12 eğitimcilerinin hem de mühendislik savunucularının hedeflerini karşılamak için kullanılabilecek bir yaklaşım olduğunu savunmaktadır. Tasarım temelli öğrenmede, öğrenmeyi teşvik etmeyi amaçlayan etkinlik bir tasarım projesidir. Öğrencilerin mevcut kaynakları kullanarak bir probleme teknolojik bir çözüm geliştirmek için fen ve matematik bilgilerini kullanmaları ve genişletmeleri gerekmektedir.

Mühendislik tasarımı, matematik ve fen kavramlarına yönelik uygulamalar ile bu alanlardaki problemlerin çözümünde somut bir şekilde kullanılabilir (Miaoulis, 2014). Ayrıca, tasarım etkinlikleri öğrencilerin üç boyutlu düşünme yeteneklerini geliştirmelerine, mühendislik ve teknoloji okuryazarlığı becerileri kazanmalarına yardımcı olabilir (Cunningham ve diğerleri, 2007). Mühendislik tasarımına dahil olmak öğrencileri motive eder, eleştirel düşünmeye teşvik eder ve fen ve matematik kavramlarının uygulanması için fırsatlar sunar (Ganesh ve Schnittka, 2014).

Mühendislik tasarımı aracılığıyla öğrenme aynı zamanda okullara ve eğitimcilere 21. yüzyıl için ihtiyaç duyulan okuryazarlık ve becerileri desteklemek için fırsatlar sunmaktadır (Burdick ve Willis, 2011). 21. yüzyıl öğrenme çerçevesinde açıklanan dört ana öğrenme ve yenilik becerileri: eleştirel düşünme, iletişim, işbirliği ve yaratıcılıktır (Ananiadou ve Claro, 2009). Tasarımın K-12 sınıflarına entegrasyonu, öğrencilerin tasarım problemlerini çalışarak ve çözerek bu dört beceriyi geliştirmelerini sağlayacaktır (Goldstein ve diğerleri, 2018). Kolodner ve diğerleri (2003) ayrıca tasarım temelli öğrenme ortamlarının iletişim, karar verme ve işbirliği becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir.

Eshach (2006), sınıfta tasarım temelli bir öğrenme yaklaşımı kullanmanın öğrencilerin belirsizlikle başa çıkma, açık uçlu ve iyi tanımlanmamış problemleri çözme becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir. Ayrıca, farklı araştırmalar mühendislik tasarım projelerinin öğrencilerin sadece problem çözme becerilerini geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin fen içeriği bilgisini (Apedoe ve diğerleri, 2008; Fortus ve diğerleri, 2004; Kolodner ve diğerleri, 2003; Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008) ve matematikteki bilgi ve becerileri arttırdığını (Hjalmarson, Diefes-Dux ve Moore, 2008) göstermektedir ve öğrencilerin soyut düşünceyi somut uygulamalara entegre etmesine yardımcı olmaktadır (Roth, 2001).

Brophy ve diğerleri (2008) araştırmaları sonunda, tasarım bağlamlarının veya tasarım temelli bir öğretimi kullanarak sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen ve matematik öğretiminin öğrencilerin yeterliliklerini nasıl geliştirebileceğini aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

- Sistemlerin nasıl çalıştığı ile ilgili bilişsel modeller geliştirme,
- Fikirlerin başkalarıyla paylaşılması ve müzakere etme,

- Geometrik ve uzamsal akıl yürütmeyi kullanma,
- Bir sistemin karmaşıklığını diyagramlar kullanarak gösterme ve yönetme,
- Fikirleri ve sonuçlarını matematikle ifade etme (hesaplamalar, tablolar, grafikler çizelgeleri),
- Hedefleri karşılayan bir çözüm için fikirleri uygun şekilde sentezleme,
- Bir tasarımın başarı ölçütlerini karşılayıp karşılamadığını değerlendirme

Mühendislik tasarımının öğrencilerin fen ve matematik içeriğiyle meşgul olmaları için önemli bir potansiyeli olsa da, birçok etken (ör. içerik, gerekçelendirme ihtiyacı, öğretmen faktörü) öğretim sürecine mühendisliğin dahil edilmesi ile elde edilecek başarıyı etkileyebilir (Mathis ve diğerleri, 2018). Öğretmenler ve öğrenciler mühendislik tasarımının yer aldığı öğrenme ortamlarına aşina olmayabilirler (Brophy ve diğerleri, 2008). Ayrıca Prevost ve diğerleri (2009) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, matematik kavramlarının öğretiminde mühendislik entegrasyonunun kullanıldığı öğretim uygulamalarında öğrencilerin içeriği anlamlı bir şekilde öğrenmeleri için ilişkilendirmenin açık bir şekilde yapılması gerekmektedir. Öğretmenler içerik ve tasarım arasındaki bağlantıları sık sık yapmalıdır.

Öğretmenlere, K-12 eğitiminde mühendisliği etkili bir şekilde entegre etmeleri için destek ve rehberlik sağlamak için Ulusal Mühendislik Akademisi [National Academy of Engineering (NAE)] ve Ulusal Araştırma Kurulu [National Research Council (NRC)], 2009 yılında “K-12 Eğitiminde Mühendislik: Durumun Anlaşılması ve Beklentilerin Karşılanması (Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects)” adlı raporda 3 ilke yayınlamıştır (NAE ve NRC, 2009).

1. Mühendislik entegrasyonu açık bir şekilde yapılmalıdır.
2. Öğrencilerin bireysel disiplinlerdeki bilgileri, yani fen, matematik ve teknoloji alanlarındaki bilgi ve becerileri desteklenmelidir.
3. Daha fazla mühendislik entegrasyonu mutlaka daha iyi değildir.

Crismond (2001) yukarıda verilen 3 maddeyi daha detaylandırarak mühendislik tasarım görevlerinin taşınması gereken özellikleri aşağıdaki şekilde belirtmiştir.

1. İyi tasarım etkinlikleri gerçek hayat durumlarını içeren uygulamalı görevleri içermelidir.
2. Tasarım etkinlikleri bilinen ve kullanımı kolay malzemelerden yapılmalıdır.

3. Birden fazla çözüm yoluna olanak tanıyan açıkça belirlenmiş sonuçlara sahip olmalıdır.
4. İyi tasarım görevleri öğrenci merkezli olmalı, işbirlikçi çalışmalara ve daha üst düzey düşünmeye teşvik etmelidir.
5. Birden fazla kez tekrarlanabilen tasarım adımlarının ürünü geliştirmesine izin vermelidir.
6. Sınırlı sayıda fen ve mühendislik kavramıyla ilişkili olmalıdır.

Mühendislik uygulamalarını fen ve matematik kavramları ile başarılı bir şekilde bütünleştirmek için öğrencilerin nasıl düşündüklerini, problem çözdüklerini, fen ve matematik kavramlarını kullanarak geliştirdikleri mühendislik tasarımlarını ve mühendislik uygulamalarını incelemeye ihtiyaç vardır (Douglas ve diğerleri, 2018). Bir sonraki bölümde ortaokul düzeyinde öğrenciler mühendislik eğitimi hakkında bilgiler sunulmuştur.

2.2.2 Ortaokul Düzeyinde Mühendislik Eğitimi

Çocukların oyununa bakıldığında, oyunların birçok tasarım etkinliği özelliği içerdiği görülmektedir. Bu nedenle, öğrenciler bu tür bir faaliyetler doğal olarak ilgilenirler (Fortus ve diğerleri, 2004). Bir şey tasarlamak ve inşa etmek, öğrencilerin doğasına deney ve araştırmalardan daha uygundur (Wendell, 2008). Günlük hayatta problem çözme ile farklı disiplinler birlikte kullanılmaktadır (Wang, 2012) ve mühendislik etkinliklerinde öğrenciler öğrendikleri bilgileri yeni durumlarda uygulama şansına sahiptir (Nargund-Joshi ve diğerleri, 2013).

Özellikle geçtiğimiz on yılda dünya çapında K-12 eğitim sistemlerine mühendislik ve teknolojik tasarımın entegrasyonu konusunda artan bir ilgi vardır ve bu alanda araştırmalar yoğunlaşmaktadır (Goldstein ve diğerleri, 2018). Üniversite öncesi sınıflarda fen ve matematiği öğretmenin bir yolu olarak mühendislik tasarımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Öğrencilerin fen ve matematik dersleri ile ilgilenmesine yardımcı olmak ve öğrencilerin fen ve matematik öğrenimlerinin gerçek dünyada geçerli olduğu alanları görmelerini sağlamak için mühendislik doğal bir aracı durumundadır (Mathis ve diğerleri, 2018). Yeni Nesil Bilim Standartları'nda (NGSS Lead States, 2013) ve Matematik için Genel Temel Resmi Standartlar'da [Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM; National Governors Association: Center for Best Practices,

2010)] belirtildiği gibi fen ve matematik eğitimindeki son reform çabaları fen ve matematik kavramlarının öğretilmesi için mühendislik tasarımının kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Mathis ve diğerleri, 2018). Çünkü mühendislik görevleri öğrencilerin matematik ve fen kavramlarını gerçekçi durumlara uygulayarak anlamlı bir şekilde öğrenmelerini desteklemektedir (Lou ve diğerleri, 2011).

Wicklein (2003), mühendisliğin teknolojiye göre daha kolay anlaşılma durumundan; müfredat tasarımı için sağlam bir çerçeve sağlama özelliğinden; matematik ve fen entegrasyonu için ideal bir disiplin olduğundan ve öğrencilerin kariyer planlamasında hedefledikleri bir alan olduğundan dolayı K-12 düzeyinde teknoloji yerine mühendisliğe odaklanılmasının daha etkili bir strateji olabileceğini savunmaktadır.

İlkokul-ortaokul çağındaki öğrenciler gerçek dünya mühendislerine benzer uygulamaları üstlenmeye ve uygulamaya koymaya başlarlar dolayısıyla özellikle bu yaş gruplarındaki öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinde nasıl yer aldıklarının incelenmesi önemlidir (Brown, 2017). Öğrencileri otantik mühendislik bağamlarına dahil etmek, onlara mühendislerin problemleri nasıl çözdüğünü, nasıl ekip halinde çalıştığını, fen ve matematiği nasıl kullandıklarını deneyimleyerek öğrenme fırsatı verir (Capobianco, Yu ve French, 2014). Alemdar ve diğerleri (2018) araştırmalarının sonuçlarına dayanarak, öğrencilerin ortaokul seviyesinde mühendislik etkinliklerine katılarak hem fen ve matematik derslerindeki akademik başarılarına hem de STEM'e katılımlarına önemli ölçüde fayda sağlayabileceğini belirtmektedir.

Katehi, Pearson ve Feder (2009), K-12 okullarına mühendisliği dahil etmenin potansiyel yararları ile ilgili derinlemesine bir analiz yapmış ve aşağıdaki maddeleri sıralamıştır. Ayrıca araştırmacılar bu iddalarını desteklemek için daha çok sayıda uzun vadeli araştırmaların yapılması gerektiğini belirtmektedir.

1. Fen ve matematikte öğrenmeyi ve başarıyı artırır.
2. Mühendislik ve mühendislerin çalışmaları bilincini geliştirir.
3. Mühendislik tasarımına dahil olma ve anlama becerisini geliştirir.
4. Mühendisliği kariyer olarak takip etme konusundaki ilgiyi artırır.
5. Teknolojik okuryazarlığı geliştirir.

Yukarıda belirtilen potansiyel yararları ile birlikte, mühendislik tasarımı ile ilgili birçok araştırma üst orta derecelere ve lise yıllarına odaklanmaktadır, daha küçük sınıflarda

olanlar sınırlı kalmaktadır (English ve King, 2015). Bu durum kısmen tasarım süreçlerinin küçük sınıflar için çok karmaşık olduğu görüşüne dayanabilir. Araştırmaların büyük bir kısmının daha büyük öğrencileri hedef alması nedeniyle, daha küçük yaşlardaki öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini kullandıkları çalışmalara ihtiyaç vardır. Araştırmalarda da belirtildiği gibi ortaokul dönemi öğrencilerin hayatları üzerinde diğer zamanlara göre en fazla etki bırakan dönemdir. Ayrıca bu yıllar öğrencilerin gelecekle ilgili kariyerlerini ve akademik yaşantılarını düşündükleri yıllardır (Singh, Granville ve Dika, 2002).

Sadler, Coyle ve Schwartz (2000) ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen başarılı tasarım görevleri elemanlarını şu şekilde sıralamıştır:

Net hedefler: Tasarım görevlerinde öğrencilere kendilerinden ne istendiğinin tam olarak gösterilmelidir. Görevler, öğrencileri hedefe ulaşmak için uygun gördükleri stratejileri seçmeye ve düşünmeye teşvik etmelidir.

Doğaya karşı testler: Tasarımlar, doğaya karşı son derece güvenilir testler kullanılarak değerlendirilmeli ve öğretmenlerin veya öğrencilerin karmaşık kararlarına veya öznel değerlendirmelerine dayanmamalıdır.

Prototip tasarım: Zayıf bir performans gösterse de, başlangıçta bir tasarımı oluşturmak, öğrencilerin ilgisini çekmek, ilkel inşa etme becerilerini geliştirmek ve öğrencileri test prosedürleriyle tanıştırmak için gerekli ilk adımdır.

Çoklu yinelemeler: Öğrenciler başarılarının yanı sıra başarısızlıklarından da öğrenirler. Öğrencilerin fikirlerini test etmelerine teşvik etmek için ve birçok testin kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için kullanılan malzemelerin hızlı bir şekilde oluşturulması ve değiştirilmesi önemlidir.

Geniş dinamik aralık: Öğrenciler deneylerinin sonuçlarında fikirlerinin doğrulanmasını isterler. Küçük olumlu değişiklikler bile varsayımlarının kanıtı olarak görülmektedir. Örneğin, güneş enerjisi barınağının duvarlarındaki pencerelerin kesilmesi, iç sıcaklığı konveksiyonla düşürür. Buna karşılık, barınağın çatısının perdesini değiştirmek çok az fark yaratır. Sınıftaki tartışma, bazı özelliklerin neden büyük değişiklikler ürettiği ve bazılarının neden hiçbirini desteklemediği konusunda yoğunlaştırılmalıdır. Tartışma sonunda küçük değişiklikler üreten bu özellikler gürültü olarak düşünülür ve performansı düşüren fikirlerle birlikte gözden geçirilir. Test sonuçlarındaki geniş bir

dinamik aralık, öğrencilerin fikirlerini sıralamasına ve yanlış anlamaları kolayca tanımlamasına yardımcı olur.

Amaçlı kayıt tutma: Öğrencilerin kayıtları tüm denemeleri yakalayacak şekilde biçimlendirici olmalıdır. Kayıtlar öğrencilerin ilk fikirlerindeki iddiaların çözümü ve sınıf tartışmalarına odaklanmak için bir kaynak niteliğindedir.

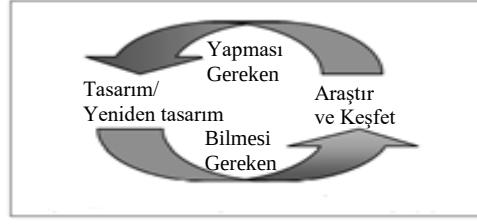
Sadler, Coyle ve Schwartz (2000) tarafından yukarıda verilen maddeleri biraz daha düzenleyerek Katehi, Pearson ve Feder (2009), ilköğretim düzeyinde mühendislik eğitimi için üç temel ilke belirlemiştir:

1. Mühendislik eğitimi, mühendislik tasarımına vurgu yapmalıdır.
2. Mühendislik eğitiminde matematik, fen ve teknoloji ile ilgili bilgi ve beceriler yer almalıdır.
3. Mühendislik eğitimi, mühendislikle ilgili zihin alışkanlıklarına teşvik etmelidir.

Felix, Bandstra ve Strosnider (2010) mühendislik disiplininin öğretim sürecine dahil edilmesi için en uygun yöntemin mühendislik tasarım süreci olduğunu savunmaktadır. Bu çalışmada ortaokul 8.sınıf öğrencileri mühendislik tasarım süreçlerine dahil edilerek mühendislik entegrasyonu uygulamaları gerçekleştirildiğinden bir sonraki bölümde literatürde yer alan çeşitli mühendislik tasarım süreçlerine yer verilmiştir.

2.2.3 Mühendislik Tasarım Süreci

K-12 düzeyinde mühendislik tasarım ve uygulamalarına nasıl yer verilmesi gerektiği konusunda bir uzlaşma yoktur ve mühendislik tasarım sürecine yönelik farklı yaklaşımlar vardır (Carberry, Lee ve Ohland, 2010). Tasarım süreci konusunda birçok yaklaşım olsa da tasarım ilkeleri mühendislere ihtiyaçlarını belirlerken ve çözümler geliştirirken kılavuzluk eder. Mühendisler tasarım yaparlarken fen ve matematik bilgilerini uygularlar; ürünler geliştirmek için birçok bilişsel beceri kullanırlar; problemleri belirlerken, olası çözümler üretirken, her bir çözümün sonucunu değerlendirirken ve en iyi çözümü belirlerken yansıtıcı karar alma sürecine dahil olurlar (Adams, Turns ve Atman, 2003; Crismond ve Adams, 2012). Mühendisler ile benzer şekilde, öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerinin temel öğelerini öğrenmeleri bu süreçleri tamamen gerçekçi durumlarda uygulama fırsatına sahip olmalarını sağlamaktadır (Moore ve diğerleri, 2014).



Şekil 2.1 Harmanlayıcı Tasarım ve Öğrenme Döngüsü (Kolodner ve diğerleri, 2003)

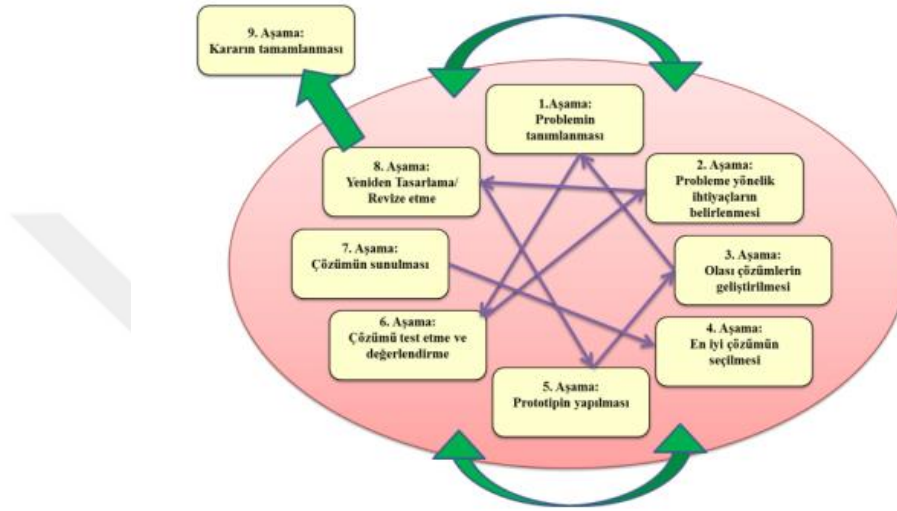
Tasarım mühendislerin problem çözme yaklaşımı olarak ifade edilmektedir (Moore ve diğerleri, 2013), benzer şekilde tasarım süreci genel olarak değerlendirildiğinde, problem çözme adımlarına benzemektedir ve altı aşamadan oluşan genel bir yapıya sahiptir: (1) problemin tanımlanması ve ihtiyaçların belirlenmesi, (2) bilgi toplama, (3) alternatif çözümler sunma, (4) en uygun çözümü seçme, (5) bir prototip tasarlama ve yapma ve (6) değerlendirme ve düzeltme (Doppelt, 2009). Bununla birlikte doğası gereği mühendislik tasarım problemlerinin tek bir doğru çözümü yoktur dolayısıyla mühendislik tasarım sürecinde hangi uygulama adımlarının hangi sıra ile izlenmesi gerektiğinin açıkça belirtildiği bir sürecin bulunmaması kabul edilebilir bir anlayıştır (NAE ve NRC, 2009). Aşağıda literatürde yer alan mühendislik tasarım süreçlerinden bazıları verildikten sonra özellikle ilköğretim seviyesinde yer alan öğrenciler için önerilen mühendislik tasarım süreçleri ayrıntılandırılmıştır.

Tasarım aracılığıyla öğrenme (Learning by Design™) (Kolodner ve diğerleri, 2003) tasarım/yeniden tasarım faaliyetlerini araştırma/keşfetme etkinlikleriyle harmanlamaktadır.

Kolodner ve diğerleri (2003) tarafından önerilen döngü, diğer tasarım temelli öğretim modellerinde olduğu gibi problem tasarım göreviyle başlar. Öğrenciler daha sonra hakkında daha fazla bilgi edinmek için ihtiyaç duydukları fikir ve sorular için beyin fırtınası aracılığıyla çevrelerindeki materyalleri araştırmaya başlarlar. Tasarım için “yapması gerekenlere” uygun alternatifler belirtmek için “bilmeleri gereken” kavramlar üzerine araştırmalar yaparlar. Sınıf öğretmen tarafından yönlendirilen ve probleme dayalı öğrenme ortak araçlarının desteklediği tartışmalar yoluyla, sistematik bir araştırma sürecine girer.

Wendell ve diğerleri (2010), problemin belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en uygun çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi basamaklarından oluşan bir mühendislik tasarım süreci önermiştir.

Hynes ve diğerleri (2011) tarafından önerilen mühendislik tasarım süreci Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes ve diğerleri, 2011) (Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016)’dan alınmıştır.)

Brunsell (2012) tasarım sürecinde *problemin tanımlaması, olası çözümlerin geliştirilmesi, çözümlerin analiz edilmesi, çözümlerin en uygun hale getirilmesi ve iletişim* basamaklarının bulunduğunu belirtmektedir.

Problemin tanımlanması aşamasında tasarımın bir özeti verilir. Tasarım özeti, projenin amacını, beklentilerini ve sınırlılıklarını kapsar. Tasarım özeti bizzat öğretmen tarafından tanıtılmalı ya da öğretmen-öğrenci işbirliğinde oluşturulmalıdır. Mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasında, genel olarak problem hakkındaki araştırmayı öğrenciler yürütür ve daha önce yapılan çeşitli çözümlerden yararlanırlar.

Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrenciler problemi çözmek için çok sayıda muhtemel çözüm yolu hakkında beyin fırtınası yapmalıdır. Eğer problem gerçekten zorlayıcı ise, daha küçük parçalara ayrılabilir ve her bir parça için ayrı beyin fırtınası gerçekleştirilir. Beyin fırtınası sosyal bir süreç olmalıdır. Öğrenciler kendileri birkaç çözüm yolu belirlediyse bu durum süreci başlatmaya yardımcı olabilir ve küçük

gruaplarda beyin fırtınası gerçekleştirilebilir. Herhangi bir rekabet durumu oluşmaması için tüm sınıfın beyin fırtınasına katılması da faydalı olabilir. Bu süreci kolaylaştırmak için, öğrencilerin fikir oluşturma üzerine odaklanılmalı ve onlara bu konuda yardım edilmelidir, düşüncenin tasarım için uygun olup olmadığı değerlendirilmemelidir.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında çok sayıda muhtemel çözüm arasından öğrenciler sonuçları analiz etmeye başlar. Bu süreçte, öğrenciler her bir çözümün tasarımın amacına ve kısıtlamalara uygun olup olmadığına karar verir. Öğrenciler çözüm için sistematik bir yol kullanmaları konusunda cesaretlendirilmelidir. Örneğin, çözümlerin sınırlılıkları sağlayıp sağlamadığı konusunda küçük bir matris oluşturulabilir. Öğrenciler böylelikle, olası çözümler arasından uygun olan bir ya da birkaç tanesini seçebilirler.

Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında öğrenciler, çözümlerinin performansı konusunda veriler toplamalı, geliştirmek için çeşitli olanaklar tanımlamalıdır. Bazı durumlarda, bir tasarım için bir bakış açısı onun performansını nasıl etkilediğini belirlemek için değiştirilebilir. Bu aşamada, mühendislik tasarımının yinelenmeli bir süreç olduğu düşüncesinin kuvvetlendirilmesi oldukça önemlidir. Mümkün olan her zaman öğrenciler tasarımı test etmeleri için yönlendirilmelidir. Öğrencilere tasarımlarını geliştirmeleri için çözümlerini yeniden test etme imkânı verilmelidir. Bu biraz zaman kaybı gibi görülebilir, ancak test etme konusunda sınırlandırma yapılması, mühendislik tasarım süreci için çarpık sonuçlara sebep olabilir.

İletişim aşamasında öğrencilere en son çözümlerini, başarılarının delillerini ve bu çözüme ulaşma yollarını ifade etmeleri için bir sunum yapma imkânı verilmelidir. Mühendislik tasarım süreci boyunca, öğrencilere çözümlerini arkadaşlarına hatta imkân varsa daha geniş bir kitleye sunabilme imkânı sunulmalıdır. Her bir adım boyunca, öğrenciler kendi düşüncelerini paylaşabilmelidir. Örneğin, problemin tanımlanması aşamasında, öğrenciler verilen senaryodan, sınırlılıklardan anladıklarını ve çözüm için başarıya ulaştıran işaretleri paylaşabilir. Test etme, değerlendirme ve geliştirme aşamalarında, öğrenciler testlerinin sonuçlarını, çözümün geliştirilmesi ile ilgili verdikleri kararları ve bu kararları destekleyen kanıtları paylaşmalıdır. Bu çalışmada kullanılan mühendislik temelli matematik etkinlikleri Brunsell (2012) tarafından belirlenen mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılarak geliştirilmiştir.

Yukarıda sınıf düzeyi ayırt etmeksizin genel olarak mühendislik tasarım süreci döngüleri verilmiştir. Bundan sonraki kısımda ise özellikle ilkokul-ortaokul düzeyindeki öğrenciler için önerilen mühendislik tasarım süreçleri sunulmuştur.

Roth (1996) 4-5.sınıf düzeyindeki öğrenciler için (i) kendi problem çerçevelerini ve çözümlerini iyi tanımlanmamış bağlamlarda belirlemek ve test etmek, (ii) kendi prosedürlerini ve deneylerini tasarlamak, (iii) önceki çözümlere dayanarak yeni problemler oluşturmak, (iv) mevcut deneyimleri önceki faaliyetlerle ilişkilendirmek (v) ürünlerini ve çözümlerini paylaşmak ve tartışmak şeklinde bir çerçeve önermiştir.

Fleer (1999; 2000) okul öncesi çocuklarla “planlama, yapma ve değerlendirme” şeklinde 3 aşama içeren basit bir tasarım modelini kullanmıştır.

Massachusetts Eğitim Bakanlığı, mühendislik için açık standartlara sahip olmak isteyen diğer ülkeler için birçok unsur içeren eyalet düzeyinde bir model sunmuştur (Massachusetts Department of Education, 2001). Örneğin, temel düzeyde (1-5.sınıf) mühendisliğin odak noktası malzemeler, aletler, makineler ve mühendislik tasarımıdır. 1-2.sınıflar için standartlar temel olarak gözlemlene (hangi malzemenin suni ve doğal olduğu) ve temel araçların sınıflandırılması ve manipüle edilmesine odaklanmaktadır. 3-5.sınıflar için standartlar basit ve karmaşık makineler hakkında daha fazla şey öğrenmek, çok özellikli sınıflandırma yapmak ve tasarım sürecinin adımlarını anlamak üzerinedir. Ortaokul ve lise öğrencileri için ise, sistemlerin daha karmaşık ve soyut temsillerine doğru ilerleme vardır.

İlkokul ve ortaokul öğrencileri için Little ve diğerleri (2005), “planla, tasarla, kontrol et, paylaş” olmak üzere 4 basamaktan oluşan mühendislik tasarım süreci geliştirmişlerdir.



Şekil 2.3 Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Little ve diğerleri, 2005)

Yukarıdaki tasarım süreci bir adımlar dizisi değildir. Herhangi bir mühendislik tasarım sürecinde yukarıda listelenen tüm aktiviteler en az bir kez dahil edilir. Bu faaliyetlerin listelenen sırayla yapılması da gerekli değildir. Nihai tasarımın “doğru” olması için bu faaliyetlerin bazıları defalarca tekrarlanabilir (Little ve diğerleri, 2005).

Proje Yolu [Project Lead the Way (PLTW)] en iyi ortaokul ve lise mühendislik programları arasındadır (PLTW, 2007). Program, proje ve probleme dayalı öğrenme yoluyla geleneksel akademik programları güçlendirmek için tasarlanmıştır. PLTW, öğrencilere bilimsel süreci, mühendislik problemlerini çözmeyi ve teknolojinin uygulanmasını anlama fırsatı vermektedir. Teknolojik sistemlerin diğer sistemlerle nasıl çalıştığını anlamak; problem çözmede matematiksel bilgi ve becerileri kullanmak; okuma, yazma, dinleme ve konuşma yoluyla etkili iletişim kurmak ve başkalarıyla etkin biçimde çalışma fırsatı sunmak amaçları arasındadır (Newberry ve diğerleri, 2006).

Sonsuzluk Projesi (The Infinity Project), mühendislerin çevrelerindeki teknolojiyi nasıl tasarladıklarını öğreten uygulamalar yoluyla mühendislik tasarımı ve teknoloji okuryazarlığı temasını ortaokul ve liseye uygulamıştır (Infinity Project, 2007).

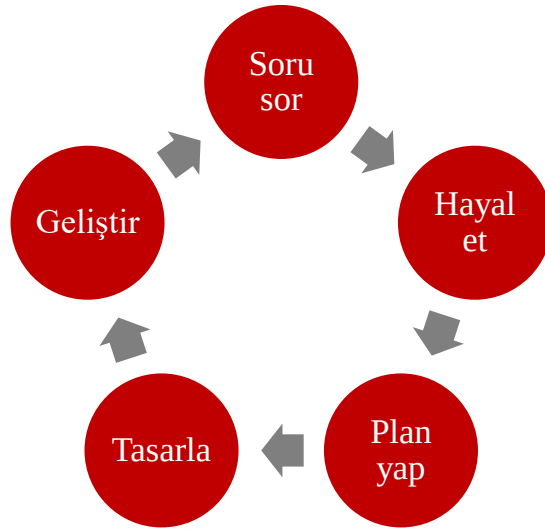
LEGO mühendisliği (LEGO engineering) ilköğretim düzeyindeki öğrenciler için mühendisliğin eğitime dahil edilmesi ile ilgili sunulan modellerden diğeridir. Tufts Mühendislik Eğitim Araştırmaları Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Temel amacı

mühendislik yoluyla eğitimi geliştirmektir. Tüm bu çabaları birbirine bağlayan temel ilke, LEGO malzemelerinin yapım kolaylığıdır. LEGO araç takımı öğrencilere çeşitli problemlere çözümler tasarlama şansı verirken, tasarımlarıyla kolayca değişiklik yapmalarını sağlamaktadır (Brophy ve diğerleri, 2008).

Engineering is Elementary (EiE), en büyük ilköğretim müfredat geliştirme projelerinden biridir. EiE, mühendisliği ilköğretim okuryazarlığı ve mevcut fen konularını okumaya entegre etmeye odaklanmaktadır (Cunningham ve diğerleri, 2007). Bu kapsamda küçük yaş grupları için Museum of Science-Boston (2009) tarafından mühendislik tasarım çerçevesi önerilmektedir. Modülde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması beş döngüye dayanmaktadır; (1) soru sor, (2) hayal et, (3) plan yap, (4) tasarla ve (5) geliştir. Tasarım süreçlerinde STEM içerik bilgilerinin uygulanması, öğrencilerin mühendislik temelli problemi çözmede öğrenmelerinin anahtar bileşenidir. Öğretim bağlamı, gerçek dünyadaki problemi ya da görevi takım çalışmasıyla çözmeyi gerektirir (Museum of Science-Boston, 2009).

Soru sor	•Problem nedir? •Başkaları probleme nasıl yaklaştı? •Kısıtlamaların nelerdir?
Hayal et	•Çözümlerinden bazıları nelerdir? •Beyin fırtınası fikirleri •En iyisini seç
Plan yap	•Bir diyagram çiz •İhtiyacın olacak materyallerin listesini yap
Tasarla	•Planını takip et ve bir şeyler tasarla •Test et
Geliştir	•Ne çalışıyor? Ne çalışmıyor? •Daha iyi ne olabilir? •Tasarımlarını daha iyi hale getirmek için değiştir •Test et

Şekil 2.4 Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Museum of Science-Boston, 2009).



Şekil 2.5 Mühendislik Tasarım Döngüsü (Museum of Science-Boston, 2009).

Mühendislik tasarım sürecinin bir döngü olduğu unutulmamalıdır, resmi bir başlangıç veya bitiş noktası yoktur. Herhangi bir adımda başlayabilir, sadece bir aşamaya odaklanabilir, adımlar arasında ileri geri gidebilir veya döngüyü tekrarlayabilirsiniz. Örneğin, tasarımınızı bir kez geliştirdikten sonra, teknolojinizi hassaslaştırmak için her şeyi yeniden başlatmak isteyebilirsiniz. Mühendislik tasarım sürecini tekrar tekrar kullanabilirsiniz. Ayrıca mühendislik tasarım sürecinin esnek olduğuna dikkat etmek önemlidir (Museum of Science-Boston, 2009).

Beşinci sınıf düzeyindeki öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmasında Marulcu ve Barnett (2013), mühendislik tasarım sürecini (i) bir problemi tanımlamak, (ii) olası çözümleri araştırmak, (iii) en iyi çözümü seçmek, (iv) prototip oluşturmak, (v) prototipi test etmek ve (vi) tasarımı geliştirmek için gereken adımları tekrarlamak şeklinde listelenebilecek basamaklar olarak sıralamaktadır. Araştırmacılar bu basamakları şu şekilde açıklamaktadır: (i) problemi tanımlamak, problemi tanımlamak ve araştırma ile ilgili kısıtlamaları belirlemek; (ii) olası çözümleri araştırmak, hipotez oluşturmak ve tasarım sürecini yürütmek anlamına gelmektedir. (iii) En iyi çözümü seçmek, değerlendirmeyi, değişiklik yapmayı ve karar vermeyi; (iv) prototip oluşturmak, modelleme, alternatif üretme ve yaratıcılığı kullanmayı; (v) prototipi test etmek deney yapma ve test etmeyi; (vi) tasarımın iyileştirilmesi için gerekli adımların tekrarlanması, değerlendirme, yineleme ve en iyi çözümü bulmayı içermektedir.

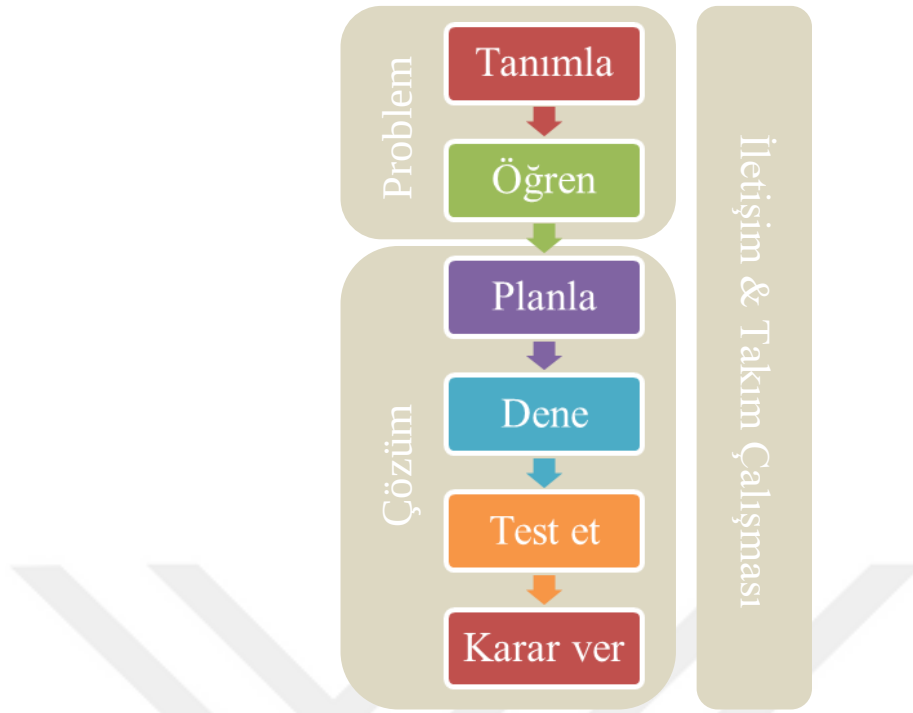
Corbett ve Coriell (2014) 6-8.sınıf düzeyindeki ortaokul öğrencileri için “problemi tanımlama, problemi araştırma, çözüm için beyin fırtınası yapma, bir çözümü seçme, bir prototip yaratma ve geliştirme, prototipi test etme ve değerlendirme, geliştirme ve yeniden tasarlama basamaklarından oluşan bir mühendislik tasarım süreci tanımlamışlardır.

Temel Mühendislik Tasarımı Yeterlilikleri [The Core Engineering Design Competencies for Intermediate and Middle Grades (Douglas, Moore ve Adams, 2016)] çerçevesi, mühendislerin bir mühendislik tasarım projesi boyunca katıldığı üç kapsamlı tasarım yetkinliğini ortaya koyarak tasarım sürecinde öğrencilerin neler yaptığını analiz etmek için bir sistem sağlamaktadır.

Douglas, Moore ve Adams (2016) tarafından belirlenen yeterlilikler yani mühendislerin tasarım içinde ne yaptığı; problem kapsamı, çözüm üretme ve tasarım fikirlerini iletme şeklinde üç basamakta açıklanmaktadır:

1. Problem kapsamı: Öğrenciler, yeni bilgilere dayanarak problemin tanımını oluşturur ve daha sonra geliştirirler. Öğrenciler problemi ve ihtiyaçları tanımlamak için problem kapsamına girerler ve daha sonra istenen bir çözüm için gereken bilgi, kriterler ve kısıtlamaları belirlerler.
2. Çözüm Üretme: En uygun çözümü geliştirmek için kanıt kullanırlar. Öğrenciler olası çözümler geliştirir, çözümleri değerlendirir, uygular, test eder ve çözümü optimize eder.
3. Tasarım Fikirlerini İletme: Öğrenciler tasarım önerilerini kanıt temelli akıl yürütme süreçlerini kullanarak iletirler.

Douglas, Moore ve Adams (2016) tarafından 4-8.sınıf düzeyindeki öğrenciler için önerilen mühendislik tasarım süreci modeli aşağıdaki gibidir:



Şekil 2.6 Douglas, Moore ve Adams (2016) Tarafından Önerilen Mühendislik Tasarım Süreci

K-12 düzeyinde eğitime mühendisliğin dahil edilmesi ile ilgili geliştirilen yukarıdaki programların dışında Adventure Engineering (control.mines.edu/ae/), Children Designing and Engineering (www.childrendesigning.org/home.html), Engineering by Design (www.epcnh.org/EngineeringByDesign.htm), Primary Engineer (www.prek-12engineering.org) gibi programlar ve bu programların önerdikleri mühendislik tasarım süreçleri bulunmaktadır (Brophy ve diğerleri, 2008).

Mühendislik tasarımını tüm sınıflarda bilimsel araştırma seviyesine yükselten araç olarak gören NGSS Lead States (2013), literatürde tipik olarak belirtilen yinelemeli süreçleri yansıtan üç temel bileşeni şu şekilde tanımlamaktadır (NRC, 2012):

1. “Mühendislik problemlerini tanımlama ve sınırlama” çözülecek problemi başarı kriterleri ve verilen kısıtlar veya sınırlar açısından açıkça belirtmek,
2. Başlangıçta muhtemel çözümler üretmek çözümler tasarlamak, ardından hangisinin problem kriterlerini ve kısıtlarını en iyi karşıladığını belirlemek için gelecek vaat edenleri değerlendirmek,
3. Çözümleri, sistematik olarak test ederek daha önemli olduğu düşünülenler için daha az önemli özellikleri iyileştirerek çözümü optimize etmek.

Ancak NGSS'nin yayımlanmasından sonra bile, mevcut çerçeveler, müfredatlar ve öğretmen hazırlık materyalleri mühendisliğin fen bilimlerine, matematiğe veya diğer derslere uygun şekilde entegrasyonu için yetersiz kalmıştır (Moore ve diğerleri, 2015). Öğrencilerin sadece tasarım ilkelerine değil, aynı zamanda gerçek mühendislerin karşılaştığı açık uçlu problem çözme döngülerine maruz kaldıkları daha kapsamlı STEM fırsatları veren araştırmalara ihtiyaç vardır (Brophy ve diğerleri, 2008; Katehi, Pearson ve Feder, 2009). Bir sonraki bölümde mühendisliğin öğretim sürecine entegrasyonuna yönelik yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.4 Mühendislik Entegrasyonu ile İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında öğretim sürecine mühendisliğin dahil edilmesine yönelik yürütülen araştırmalara yer verilmiştir. Bu araştırmada mühendislik tasarım temelli etkinlikler somut materyal destekli, bilgisayar destekli etkinlikler ve serbest matematik uygulamaları modülleri olarak tasarlandığından ve mühendislik entegrasyonu mühendislik tasarım süreci ile gerçekleştirildiğinden bu şekilde dizayn edilen çalışmalara ve az sayıda da olsa matematik dersi bağlamında gerçekleştirilen araştırmalara yer verilmiştir. Son yıllarda STEM eğitiminin yükselen popülerliği nedeniyle K-12 düzeyinde tüm kademelerde mühendislik tasarım temelli araştırmalar artmaktadır (Ercan, 2014) ancak bu çalışma ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirildiğinden bu bölümde özellikle ilkokul ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalar sunulmuştur.

Son yıllarda tasarım aktivitelerini içeren STEM çalışmaları ile sıklıkla karşılaşmaktayız. Bu çalışmalar bir disipline bağlı olmaksızın genel olarak STEM eğitimini içermektedir (ör. Breiner ve diğerleri, 2012; Brown ve diğerleri, 2011; Bybee, 2010; Corlu, Capraro, ve Capraro, 2014; Han, Yalvac, Capraro ve Capraro, 2015) ya da ağırlıklı olarak fen dersi bünyesinde uygulamalar (ör. Awad ve Barak, 2018; Ntemngwa ve Oliver, 2018; Toma ve Greca, 2018) gerçekleştirilmektedir. Ayrıca özel olarak mühendislik boyutu ön plana alınarak tasarım görevlerini içeren fen çalışmalarına rastlanmaktadır (ör. Apedoe ve diğerleri, 2008; Ercan ve Şahin, 2015; Fortus ve diğerleri, 2005; Marulcu, 2010; Marulcu ve Barnett, 2016; Silk ve diğerleri, 2009).

Silk ve diğerleri (2009), 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel düşüncelerinin üzerine etkisini araştırmak için 8 haftalık mühendislik tasarım müfredatı geliştirmiştir. Öğrencilerin deneyimledikleri tasarım aktiviteleri onları bilimsel düşünme konusunda desteklemiştir. Apedoe ve diğerleri (2008) tasarım aktivitelerinin ortaöğretim öğrencilerinin kimya dersindeki bazı zor temel kavramlarının öğretiminde ve farkındalık düzeylerinin artmasında etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Marulcu ve Barnett (2013), 5. sınıf öğrencileri için basit makineler konusunda tasarım temelli bir öğrenme modülü oluşturmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğrencilerin kavramları anlamalarında anlamlı bir şekilde artış olmuştur. Ercan ve Şahin (2015)'in elde ettiği sonuçlara göre, tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin kuvvet ve hareket konularında akademik başarıları yükselmiştir.

Rogers ve Portsmore (2004) matematik küpleri ile benzer nitelikteki LEGO™ materyallerinin bir öğretim aracı olarak kullanılmasının, ilkokullara mühendisliğin tanıtılmasına yardımcı olabileceğini ve öğrencilerin önemli fen ve matematik kavramlarını LEGO™ materyalleri ile birinci sınıftan başlayarak öğrenebildiklerini belirtmektedir. Ayrıca araştırma sonunda, çalışmaya katılan öğretmenler LEGO™ malzemeleriyle yapılan mühendislik faaliyetlerinin öğrencilerin uzun süre dikkatini nasıl çektiğini ve öğrencilerin zamanın bitiminde nasıl şikayet ettiğini görünce oldukça şaşırmışlardır. Ringwood ve diğerleri (2005) LEGO™ ile mühendislik lisans öğrencilerine mühendislik tasarımı öğretmiştir. Öğrenciler aşina oldukları bu öğrenme oyuncağını çeşitli problem alanları için görsel ve sezgisel olarak son derece etkili bulmuşlardır. Marulcu ve Barnett (2013), beşinci sınıf düzeyindeki öğrenciler ile sınıf ortamında mühendislik tasarımına dayalı ve LEGO™ merkezli basit makineler ünitesinin uygulamasını gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar uygulamanın başarı ve zorluklarını ve öğrencilerin basit makineleri anlamadaki etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçları, öğretim sonunda öğrencilerin basit makineler konusundaki anlamalarının geliştiğini göstermektedir. Zhou ve diğerleri (2017) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen oyuncak tasarım etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamalarına ve mühendislik tasarımlarında öz-yeterlilik inançlarına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonuçları, çalışmaya katılan 24 öğrencinin bu etkinliklere katıldıktan sonra öz-yeterlilik inançlarında anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamalarının değerlendirilmesinde

taslak yapma, prototip yapma ve tasarım amaçları gibi temalar belirlenmiştir. Öğrenciler etkinlik yapma konusunda tecrübelendikçe materyaller gibi tasarımın ayrıntılarına takılmaktan çok yapının tasarımı, süreç tasarımı gibi noktalara odaklanmaktadır.

McKenna ve Agogino (1998), Cantrell ve diğerleri (2006) araştırmalarının sonucunda ortaokul öğrencilerinin Web tabanlı bir öğrenme ortamı kullanarak mühendislik tasarım sürecine odaklanan bilişsel hedefleri gerçekleştirebileceğini göstermiştir. McKenna ve Agogino (1998) ortaokul öğrencileri için altı basit makine kullanarak bütünleştirici STEM eğitimi içerisinde tasarımı vurgulayan web-tabanlı bir öğretim modülü geliştirmiştir. Bu modülün amacı, öğrencilerin “makinelere” altında yatan bilimsel ve matematiksel özellikleri incelemelerini sağlamak ve daha sonra bu bilgileri problemlere yaratıcı çözümler tasarlamak için entegre etmektir. Öğrenciler orijinal bir web tabanlı multimedya öğrenme ortamının yanı sıra LEGO™ setleri ile uygulamalı yapım faaliyetlerinde bulunmuşlardır. Araştırma sonuçları, etkinlikler sonunda öğrencilerin basit makineler hakkında geçerli kavramlar geliştirdiklerini, mühendislik tasarımı problem çözme becerilerini geliştirdiklerini ve uyguladıklarını, teori ve denklemler ile gerçek cihazların yapımı arasındaki bağlantıyı anladıklarını göstermektedir. Cantrell ve diğerleri (2006) ortaokul seviyesindeki öğrenciler için fen dersinde uygulanabilecek (kuvvet ve hareket konusunda) web tabanlı mühendislik modülleri geliştirmiştir. Geliştirdikleri bu modüllerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin mühendislik müfredat etkinliklerine katılmasının fen alanındaki başarı boşluklarını azaltılabileceğini göstermiştir.

Mühendislik tasarımının geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırıldığı çalışmalarda Riskowski ve diğerleri (2009), deney grubunda 8. sınıf fen dersinde su kaynaklarına odaklanan bir mühendislik tasarım projesi uygularken, kontrol grubunda daha geleneksel bir formatta ders işlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubundaki öğrenciler, açık uçlu sorularda daha yüksek düzeyde düşünme performansı göstermiş ve içerik bilgisi konusunda da anlamlı düzeyde daha yüksek başarı elde etmişlerdir. Schnittka ve Bell (2011), mühendislik tasarımı sınıf etkinliklerinin ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ısı transferi ve termal enerji kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle dayalı olarak gerçekleştirilirken, deney grubunun birinde öğrencilere aynı öğrenme hedefleri özel gösterimleri içeren bir mühendislik tasarım müfredatıyla öğretilmiştir. İkinci deney grubunda ise mühendislik

tipik örnekleri ile mühendislik tasarım müfredatı kullanılmıştır. Sonuçlar, özel gösterimlere sahip mühendislik tasarım müfredatının istenen kavramsal değişikliği ortaya koymada geleneksel yöntemden ve tipik gösterimler ile gerçekleştirilen mühendislik müfredatından önemli ölçüde daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca Goldstein ve diğerleri (2018) fen dersinde iki farklı okulda 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen iki farklı mühendislik tasarımını karşılaştırmıştır. Her iki okuldaki öğrenciler de uygulama sonunda enerji konusuyla ilgili oluşturulan test puanlarında istatistiksel olarak anlamlı artış göstermişlerdir. Daha disiplinli, daha otantik bir tasarım projesi olan okuldaki öğrenciler testte daha yüksek puanlara sahipken, daha küçük ölçekli bir uygulamanın gerçekleştirildiği okuldaki öğrenciler tasarım problemlerini ortaya koyan sebepleri daha fazla tartışmışlardır. Bu araştırmanın bulguları tasarım etkinliklerinin uygulamasındaki farklılıkların farklı öğrenme çıktılarıyla ilişkili olduğunu ve tasarım etkinliklerindeki özgünlük ve sadeliğin potansiyel yararları olduğunu göstermektedir.

Matematik dersi bağlamında mühendislik etkinliklerinin gerçekleştirildiği çalışmalardan birinde Ke (2014), bilgisayar destekli matematik oyunu yapma etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin tasarım temelli matematik öğrenmelerini kolaylaştırmadaki potansiyelini incelemiştir. Öğrenciler, Scratch tabanlı matematik oyunu yapma etkinliklerine katılmıştır. Araştırmanın sonuçları, katılımcıların bilgisayar oyunu yaptıktan sonra matematiğe karşı daha olumlu eğilimler geliştirdiklerini göstermiştir. Çalışma aynı zamanda oyun tasarım süreçlerinin çocukların günlük matematiksel deneyimlere yansımaları hareketi geçirmeye yardımcı olduğunu da göstermiştir. Van Overschelde (2013), ortaokul ve lise öğrencileri için uygulamalı, projeye dayalı, Proje Liderliğine Yönelik Proje [Project Lead the Way (PLTW)] müfredatı ile kapsamlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Mühendislik müfredatına tabi olan öğrencilerin olmayan akranlarıyla karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek matematiksel değerlendirme puanlarına sahip oldukları ve daha yüksek bir kademedeki öğrenimlerine devam ettikleri sonucu elde edilmiştir. Ayrıca ortaöğretim sonrası eğitime devam etmemiş olsalar bile, bu öğrenciler daha yüksek ücretli işlerde çalışmaktadırlar. Dyer, Reed ve Berry (2006), mühendislik çizim ve tasarım derslerinin standart yılsonu matematik testlerinde öğrencinin başarısı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Kertil ve Gürel (2016), STEM eğitime geçişte bir köprü olarak

matematiksel modellemeyi önermiştir. Matematiksel modelleme literatürünün özellikle öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu mesleki yeterlikleri ele alarak STEM eğitiminin teorik olarak kavramsallaştırılmasına nasıl katkıda bulunabileceği üzerine bir literatür taraması sunulmuştur. Matematiksel modelleme etkinlikleri ve proje tabanlı öğrenme bağlamlarının entegre STEM eğitimine nasıl katkıda bulundukları tartışılmıştır. Matematik öğretmen adayları tarafından çözölen matematiksel modelleme etkinliği örneğ olarak sunulmuştur.

Matematik dersinin yanında mühendislik etkinliklerinin fen dersinde de öğrenci başarısını arttırdığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Mathis ve diğlerleri (2018), ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarımına dayalı bir STEM entegrasyon ünitesi içinde öğrendikleri fen ve matematiği mühendislik tasarım çözümlerine nasıl bağladıklarını araştırmıştır. Bulgular, öğrencilerin ünite içinde öğretilen fen ve matematik kavramlarını mühendislik tasarım fikirlerini/kararlarını savunmak için anlamlı bir şekilde kullandıklarını göstermektedir. Ayrıca bazı kavramların eksik anlaşıldığını da ortaya koymaktadır. Araştırmadan elde edilen diğler bir dikkat çekici sonuca göre, mühendislik tasarımı öğretmenlere, öğrencilerin fen ve matematik kavramlarını ne kadar iyi öğrendiklerini değlerlendirme fırsatı sunmaktadır. Alemdar ve diğlerleri (2018) çalışmalarında, ortaokul 6-8. öğrencileri için hazırlanan mühendislik müfredatının öğrencilerin fen ve matematik alanındaki akademik başarıları ve öğrencilerin katılımı ve öz-yeterlik gibi bilişsel olmayan becerileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada Mühendislik Tasarım Süreci, fen bilgisi ve matematiği birleştirirken, probleme dayalı öğrenme uygulamalarına da dayanan mühendislik müfredatı için bir çerçeve olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, en az iki mühendislik dersi alan öğrencilerin, bu derslere hiç kaydolmamış öğrencilere göre fen ve matematik sınavlarında istatistiksel olarak önemli derecede daha başarılı olduğunu göstermiştir. Ercan ve Şahin (2015), tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Deneysel çalışmada üç tasarım temelli fen modöülü geliştirilmiştir. Araştırma sonuçları, tasarım temelli uygulamaların araştırmaya katılan öğrencilerin akademik başarılarının gelişimine olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir.

İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecine dahil edildiği çalışmalardan diğlerinde Shahali ve diğlerleri (2017) tarafından Museum of Science-

Boston (2009) tarafından önerilen beş aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci uygulanmıştır. Araştırmanın bulguları, programın ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına ve STEM kariyerlerine ilgi düzeylerini değiştirmede olumlu yönde etkili olduğunu göstermiştir.

Mühendislik entegrasyonunun okul sonrası ortamda da öğrenciler için uygun olduğunu kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır. Moreno ve diğerleri (2016), okul sonrası ortamda uygulanmak üzere tasarlanmış mühendislik eğitime dayalı bütünsel bir STEM müfredatının etkinliğini araştırmıştır. “Bir Astronot gibi Düşün” ünitesinde sorgulamaya dayalı aktiviteler, öğrencileri STEM mesleklerine (özellikle mühendislik ve havacılık ve uzay mühendisliği) tanıtmayı ve tipik ortaokul bilim hedefleriyle ilgili uygulanabilir bilgi ve becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Dokuz okuldaki beşinci sınıftan elde edilen veriler doğrultusunda araştırma sonuçları, bu tarz etkinliklerin okul sonrası bir ortam için uygun olduğunu ve öğrencilerin STEM ile ilgili içerik bilgi ve becerilerinin artırılmasına yardımcı olabileceğini ortaya koymuştur.

2.3 Uzamsal Yetenek

Eğitim psikolojisi araştırmalarına bakıldığında, çoğu kez “uzamsal yetenek” ile “uzamsal beceri” arasında bir ayrım yapıldığı görülmektedir. Uzamsal yetenek herhangi bir örgün eğitimden önce bir kişinin sahip olduğu doğuştan gelen görselleştirme yeteneğidir yani birey bazı yetenekleri ile birlikte doğar. Uzamsal beceri ise öğrenilir ve eğitim aracılığıyla kazanılabilir (Sorby, 1999). Bazı insanlar diğerlerinden daha yüksek derecede doğuştan gelen yeteneklere sahip olabilir (yazma ve matematik gibi diğer becerilerde de durum bu şekildedir). Bununla birlikte, çoğu kişi bu beceriyi sabır göstererek ve çalışarak geliştirebilir (Sorby ve diğerleri, 2003). Uzamsal yetenek önceleri doğuştan gelen bir yetenek sayılmakta iken (Samsudin, Rafi ve Hanif, 2011), deneysel çalışmalardan elde edilen kanıtlar, doğru ve spesifik bir eğitim ile önemli iyileştirmelerin mümkün olduğunu göstermektedir (Turos ve Ervin, 2000). Ayrıca uzamsal yetenek, birey çevre ile etkileşime girdikçe bebeklik döneminden itibaren gelişmeye başlar. Yaşın ilerlemesiyle birlikte, zeka ile bağlantılı olarak gelişir (Newcombe ve Huttenlocher, 2000).

Ortaokul seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile uzamsal becerilerini ayırt etmek neredeyse imkânsızdır çünkü öğrencilerin bu eğitim düzeyine gelmeden önce aldıkları öğretim faaliyetleri ya da (öğretim faaliyetlerine katılmamış olma durumları) hakkında bilginiz yoktur ve bu olgunun yetenek mi yoksa beceri mi olduğu hala tartışma konusudur (Turgut, 2007). Bu sebeple bu çalışmada “uzamsal yetenek” ve “uzamsal beceri” terimleri birbirinin yerine değişmeli olarak kullanılmıştır. Ayrıca eğitim literatürü incelendiğinde uzamsal düşünme, uzamsal akıl yürütme, uzamsal algı gibi kavramlar uzamsal yetenek yerine kullanılmaktadır (Clements ve Battista, 1992; Olkun, 2003a). Bu farklılığın uzamsal yeteneğe farklı bakış açılarından bakma durumundan kaynaklandığı söylenebilir.

1920’li, 1930’lu yıllardan itibaren uzamsal yetenek eğitim psikolojisi için önemli alanlardan biri olmuştur. Fakat diğer yetenek türlerinin aksine uzamsal yetenek teriminin ne ifade ettiği ile ilgili gerçek bir fikir birliği yoktur (Sorby, 1999). D’Oliveira (2004) uzamsal yetenek literatüründe, konunun anlaşılmasını zorlaştıran çelişkiler olduğunu belirtmektedir ve bu çelişkileri şöyle özetlemektedir:

1. Farklı isimler altında aynı tanımlar olmasına rağmen, uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için aynı isimlendirmeler yapılmıştır.
2. Uzamsal yeteneğin faktörlerinin/temel bileşenlerinin sayısı araştırmacılar tarafından iki ila on arasında değişmektedir.
3. Faktör adları, yazarlara ve hatta aynı yazarın farklı çalışmalarına göre değişmektedir.
4. Çeşitli uzamsal yetenek testlerinin adları ve içerikleri konusunda araştırmacılar arasında bir karışıklık vardır.

Örneğin, Maier (1998)’in uzamsal yönelim bileşeni olarak tanımladığı beceriler, Burnett ve Lane (1980) tarafından uzamsal ilişkiler olarak açıklanırken; Linn ve Petersen (1985) tarafından aynı beceriler uzamsal görselleştirme bileşeni içerisinde ele alınmıştır (Kösa ve Kaya, 2018).

Uzamsal yetenek hakkındaki literatür incelemelerine dayanarak, Cooper ve Mumaw (1985) faktörlerin sayısından ya da isimlendirmelerinden bağımsız olarak uzamsal yeteneğin geniş bir şekilde tanımlanmış olduğu konusunda literatürün oldukça açık olduğunu belirtmiştir. Ekstrom, French, Harman ve Dermen (1976) uzamsal yeteneği

uzamsal şekilleri kavrama ve uzayda oluşan yeni durumlardaki yönelimi anlama yeteneği olarak tanımlamıştır. McGee (1979b) uzamsal yeteneği zihinsel görüntüleri formüle etme ve zihindeki bu görüntüleri manipüle etme yeteneği olarak ifade etmiştir. Linn ve Petersen'e (1985) göre uzamsal yetenek "sembolik, dilsel olmayan bilgiyi temsil etme, dönüştürme, üretme ve hatırlama becerisi" anlamına gelir (s.1482). Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneğin tek bir yapı olmadığını, haritaları kullanmak, geometri sorularını çözmek ve üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu gösterimini tanımak gibi alt becerilerin birleşimi olduğunu belirtmektedir. Tarte'e (1990) göre uzamsal yetenek, nesneler arasındaki ilişkileri görsel olarak anlama ve kullanabilme, yeniden düzene koyma ve ifade etmedir. Carroll (1993), uzamsal yeteneği hayal etme, algılama, yorumlama, nesnelerin görsel ilişkilerini anlama becerilerinin birleşimi olarak tanımlamıştır. Lohman (1996) uzamsal beceriyi, iyi yapılandırılmış görselleri oluşturabilme, dönüştürebilme ve hatırlayabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Stockdale ve Possion (1998), bu yeteneği daha detaylı olarak ele almış ve uzamsal yeteneğin bireyin çevresi ile kendisi arasında uzamsal ilişkiler kurabilme becerisi olduğunu ifade etmiştir. Uzamsal ilişkiler içerisine uzaklık, büyüklük, hacim, zaman gibi özellikler dahil etmiştir. Olkun'a (2003a) göre uzamsal yetenek uzayın geometrik formunun kullanımı ile ilgili bilgileri içermektedir. Araştırmacı uzamsal yeteneği, nesnelerin iki ve üç boyutlu parçalarını zihinde oluşturabilme, döndürebilme, yorumlayabilme yeteneği olarak ifade etmiştir. Uzamsal yetenek, Turğut (2007) tarafından üç boyutlu uzayda bir ya da daha fazla parçadan oluşan nesneleri ve bileşenlerini zihinde canlandırabilme ve hareket ettirilebilme olarak tanımlanmıştır.

Yukarıda genel olarak uzamsal yetenek konusunda yapılan tanımlamalar da dikkate alındığında; uzamsal yetenek nesneleri zihinsel olarak hareket ettirmek, zihnindeki nesneleri bütünleştirmek ve parçalamak veya nesneleri farklı bir bakış açısıyla görselleştirmek gibi becerilerin bir birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Turgut, 2015).

Carroll (1993) uzamsal yeteneğin farklı bileşenlerinin belirlenmesi konusunda her zaman farklı faktörlere tutarlı bir şekilde tanımlama yapılmadığını belirtmiştir. Bu nedenle, literatürdeki faktör analitik çalışmalara dayanarak uzamsal yeteneğin bileşenlerinin açıklanmasını önermiştir.

2.3.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

Uzamsal yeteneğin faktör yapısı, 1940'ların ortalarından bu yana bir çalışma alanı olmuştur; ancak, bu çalışmalar konunun altında yatan faktörlerin net bir resmini sunamamıştır (Yılmaz, 2009).

Michael ve diğerleri (1957), çalışmalarında uzamsal yeteneği uzamsal ilişki, görselleştirme ve kinestetik olarak üç gruba ayırmıştır. Uzamsal ilişki “farklı yanıtları farklı uyaranlarla ilişkilendirme ya da uyarıcıların ve yanıtların uzamsal olarak düzenlenmesi” olarak tanımlanmaktadır. Görselleştirme “tasvir edilen nesnelerin döndürülmesi, düzlemsel yapıları katlama veya açma, nesnelerin uzaydaki konumlarındaki göreceli değişimleri, makinelerin hareketini hayal edebilme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır. Kinestetik birkaç testle sınırlı bir uzamsal faktör olarak tanımlanmaktadır. Sağ-el ve sol-el ayırımının yapılması faktörün önemli bir parçası olarak görülmektedir (Michael ve diğerleri, 1957).

Piaget ve Inhelder (1967) çocukların uzamsal yeteneklerinin on iki yaşından önce yetişkin seviyesine ulaşmadığını belirtmektedir ve bir çocuk çevresiyle etkileşime girdiğinde iki tür uzamsal yetenek tanımlamışlardır. Algısal uzamsal yetenek, nesneler arasındaki uzamsal ilişkileri algılama yeteneği; kavramsal uzamsal yetenek, çevrenin zihinsel bir modelini oluşturma ve yönetme yeteneğidir.

Ekstrom ve diğerleri (1976), uzamsal yeteneği görselleştirme ve yönelim olarak iki bileşene ayırmıştır. Görselleştirme, “uzamsal yapıların görüntülerini başka düzenlemelere dönüştürme veya manipüle etme yeteneği” olarak, yönelim “uzamsal örüntüleri algılama veya uzayda nesnelere göre konumlandırmayı sürdürme yeteneği” olarak tanımlanmıştır (Ekstrom ve diğerleri, 1976). Uzamsal görselleştirme, bir nesnenin parçalarının zihinsel olarak manipüle edilerek veya döndürülerek zihinsel olarak yeniden oluşturulmasını gerektirirken, uzamsal yönelim becerisi nesnenin bir bütün olarak kabul edilmesini gerektirir (Çakmak, 2009).

McGee (1979a) tarafından yapılan kapsamlı bir çalışma literatürü gözden geçirmekte ve uzamsal yeteneğin yapısına ilişkin tutarsızlığın ve karışıklığın sebebinin araştırmacıların faktörleri tutarsız adlandırmaları olduğunu göstermektedir. McGee (1979a) iki ana faktör olduğu sonucuna varmıştır: Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim. Uzamsal Görselleştirme, kişinin kendini referans almadan verilen bir nesneyi manipüle

etme, döndürme, bükme ve tersyüz etme yeteneğidir. Bu yetenek Ekstrom, French, Harman ve Dermen (1976) tarafından geliştirilen kağıt katlama testi gibi karmaşık testler aracılığıyla ölçülmektedir. McGee diğer faktör olan uzamsal yönelimi başka bir çalışmada şu şekilde tanımlamıştır (McGee, 1979b): “Görsel bir düzen içerisindeki bir nesnenin elemanlarının anlaşılması ve bir yapıya bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni uzamsal yapıyı oluşturma” (s.893). Kısacası, uzamsal yönelim, nesnenin görünümünü farklı açılardan hayal edebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz, 2009). Bu ikisi arasındaki fark nesnenin ve gözlemcinin pozisyonu ile ilgilidir (Xistouri ve Pitta-Pantazi, 2006).

Linn ve Petersen (1985) uzamsal yetenek için 3 faktör tanımlamıştır: Uzamsal algı, zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme. Uzamsal algı, kişinin kendi konumu ile ilgili olarak uzamsal ilişkileri belirleyebilme becerisidir. Zihinsel döndürme, iki ve üç boyutlu nesneleri çabuk ve hızlı bir şekilde döndürebilme becerisidir. Uzamsal görselleştirme, uzamsal olarak sunulan yapıların karmaşık, çok aşamalı manipülasyonlarını içeren etkinlikleri yapabilme becerisidir. Linn ve Petersen (1985) uzamsal görselleştirmeyi diğer iki bileşenden çözüme ulaşmak için birden çok adım kullanılması gerektiği yönüyle ayırmıştır.

Lohman (1979), uzamsal yetenek için üç temel faktör tanımlamıştır. Birincisi uzamsal ilişkiler bileşenidir, hızlı performans gerektiren testler kullanılarak ölçülür (ör. kart döndürme testleri) ve iki boyutlu nesneleri zihinde döndürmeyi gerektirir. Daha sonra Lohman (1988) bu bileşeni hızlı döndürme (speeded rotation) olarak isimlendirmiştir. Lohman’a göre uzamsal görselleştirme en genel faktördür, bununla birlikte bu bileşeni tanımlamak zordur; çünkü onu tanımlayan testler yüksek ölçüde genel zekayı veya genel zihinsel yeteneği ölçmektedir. Uzamsal görselleştirmeyi tanımlayan testlerin önemli bir özelliği karmaşıklığıdır. Bazıları döndürme, yansıtma veya karmaşık şekilleri katlamayı gerektirirken, diğerleri farklı şekilleri birleştirmeyi gerektirir, bazıları ise çoklu dönüşümler gerektirir. Uzamsal yönelimi tanımlarken, Lohman (1988) McGee ile hemfikiridir yani uzamsal yönelim, bir nesnenin başka bir konumdan nasıl algılandığını hayal etme yeteneğidir, başka bir deyişle perspektif değişimi vardır. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda, bilişsel haritalar, harita okuma, çevresel geometri, bir nesnenin konumu ve uzamsal yönelim yeteneğindeki yön duygusu gibi yetenek türleri yer almaktadır (Wolbers ve Hegarty, 2010; Sarama ve Clements, 2009). Lohman, Carroll

gibi bazı araştırmacıların uzamsal yetenek için tanımladıkları diğer bileşenleri de kabul etmiştir (ör. bitirme hızı, algısal hız ve görsel hafıza) ancak onları uzamsal yetenek için temel bileşen olarak değil ikincil bileşen olarak kabul etmiştir (Hegarty ve Waller, 2005).

Del Grande (1990) uzamsal yetenek için bileşen sayısını yediye çıkarmıştır. Göz-beden eş güdümü, şekil-zemin algısı, algısal süreklilik, uzayda konum algısı, uzaysal ilişkiler algısı, görsel ayırım ve görsel hafıza bileşenleridir. *Göz-beden eş güdümü*, noktalı ya da izometrik kâğıtta noktaları birleştirerek yatay, dikey ve eğik doğrular çizebilme becerisi, bedeninin göz ile eş güdümlü olarak çalışmasıdır. *Şekil-zemin algısı*, farklı zeminlerde üst üste çizilmiş şekillerin bulunduğu durumlar için istenen şekilleri ve bu şekillerin parçalarını bulabilme becerisidir. *Algısal süreklilik*, farklı farklı büyüklüklerde ve konumlarda verilen şekilleri tanıma, benzer şekillerden ayırabilme ve büyüklüklerine göre sıralama becerisidir. *Uzayda konum algısı*, bir nesnenin uzaydaki konumunu algılayabilme becerisidir. *Uzamsal ilişkiler algısı*, iki ve daha çok sayıda nesnenin birbirleriyle olan ilişkisini algılayabilme becerisidir. *Görsel ayırım*, nesneleri bulundukları konumlarından bağımsız olarak algılayabilme, birbirleriyle benzer ve farklı yönlerini ayırt edebilme becerisidir. *Görsel hafıza*, şekiller bir kere gösterildikten sonra özelliklerini doğru bir şekilde hatırlayabilme ve birbirleriyle olan ilişkilerini belirleyebilme becerisidir. Hauptman (2010) görsel hafıza (visual memory) ya özel olarak vurgu yapmaktadır ve onun uzamsal görüntüyü oluşturmak ve dönüştürmek için çekirdek konumunda bir yetenek olduğunu belirtmektedir.

Hegarty ve Waller'a (2005) göre uzamsal yetenek ile ilgili faktör analitik çalışmaların en kapsamlısı Carroll (1993) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı uzamsal yeteneğe ait beş faktör tanımlamıştır: Görselleştirme, uzamsal ilişkiler, bütünleştirme hızı, bütünleştirme esnekliği ve algısal hız. *Görselleştirme*, uzamsal görselleştirme ile aynı anlamda kullanılmıştır. *Uzamsal ilişkiler*, Lohman (1988) tarafından tanımlanan Speeded Rotation faktörünün diğer bir adı olarak tanımlanmıştır ve üç boyutlu nesnelerin uzayda döndürülmüş hallerini zihinde canlandırabilme becerisidir. *Bütünleştirme hızı*, eksik veya alakalı olmayan parçaları kullanarak uzun süreli bellekte parçaları birleştirme ve bütüne ulaşma becerisidir. *Bütünleştirme esnekliği*, büyük ve karmaşık bir yapı içinde gizli parçaları bulma becerisidir. *Algısal hız*, düzensiz şekiller

içinde bir düzen oluşturma hızıdır. Parça çiftlerini karşılaştırma, benzer öğeleri içeren grup oluşturma becerilerini içerir.

Contero ve diğerleri (2005) uzamsal yeteneğin üç bileşenden oluştuğunu belirtmektedir: Uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim. Uzamsal ilişkiler, iki boyutlu uzayda nesneleri zihinde döndürebilme yeteneği; uzamsal görselleştirme, nesnelerin farklı uzamsal hallerini zihinde canlandırabilme yeteneği ve uzamsal yönelim, bir cismin görüntüsünü farklı bir açıdan zihinde canlandırabilme yeteneği olarak tanımlanmıştır.

Hegarty ve Waller'a (2005) göre uzamsal yetenek üzerine yapılan faktör analitik çalışmalar iki ana eksikliğe sahiptir. Birincisi, yanlış sonuçlara ve kafa karışıklığına yol açabilecek şekilde aynı sonuçları vermezler. Örneğin, bazı araştırmalar bir uzamsal yönelim faktörünü açıkça tanımlarken, Carroll (1993) tarafından kapsamlı veri setleri ile yapılan analiz sonuçları böyle bir faktör önermemektedir. İkincisi, bu çalışmalar, uzamsal yetenek alanının çok önemli bileşenleri olarak kabul edilen dinamik uzamsal yetenekleri ve çevresel yetenekleri ihmal etmektedir. Carroll'un (1993) ayrı bir uzamsal yönelim faktörü bulmadaki başarısızlığı, böyle bir faktörün olmadığı anlamına gelmez. Nitekim Tartre (1990) ve McGee (1979b) uzamsal yetenek için uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki temel ve birbirinden ayrı faktör olduğunu savunmaktadır. Uzamsal görselleştirme bileşeni bir nesneyi zihinsel olarak hareket ettirmeyi içerirken, uzamsal yönelim bileşeni nesnenin uzaydaki yeri sabitken bakış açısını zihinsel olarak harekete ettirmeyi içerir (Sorby, 1999). Guilford ve Zimmerman (1948) ve McGee (1979b) uzamsal yönelim faktörünün uzamsal görselleştirme faktöründen ayrı bir faktör olduğunu savunmaktadır. Ayrıca Kozhevnikov ve Hegarty (2001) çalışmalarında uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler bileşenlerini birleştirerek nesne dönüştürme yeteneği (object manipulation abilities) olarak ele almış ve uzamsal yönelim becerisinin diğer uzamsal yetenek bileşenlerinden farklı bir bileşen olduğunu faktör analizi çalışmalarında göstermiştir.

Uzamsal yeteneğin doğası ve türleri üzerine tartışmalar halen devam etmektedir. Kozhevnikov ve Hegarty (2001), nesneyi dönüştürme uzamsal yeteneği (Object-Manipulation Spatial Ability) ve uzamsal yönelim (spatial orientation) şeklinde tüm bileşenleri iki boyutta toplamışlardır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda uzamsal

yönelim becerisi içerisinde bilişsel haritalar, harita okuma, çevresel geometri, nesnenin konumu, yön algısı gibi yetenekler yer almaktadır (Wolbers ve Hegarty, 2010; Sarama ve Clements, 2009). Allen (2003) ise uzamsal yeteneği üç işlevsel faktörde gruplandırmıştır: nesne tanımlaması (“Bu nedir?” sorusunu yanıtlayan), nesne lokalizasyonu (“Nerede?” sorusunu yanıtlayan) ve gezgin yönelimi (“Neredeyim?” sorusunu yanıtlayan).

Son yıllarda yapılan diğer bir araştırmada, Hegarty ve diğerleri (2006), küçük ölçekli uzamsal yetenekler (örneğin zihinsel döndürme etkinlikleri) ve büyük ölçekli uzamsal yetenekler (örneğin uzayda fiziksel olarak yol bulmayı gerektiren olaylar) arasında bir ayrım yapılması gerektiğini savunmaktadır. Bu ayrım, Uttal ve diğerleri (2013) tarafından son zamanlarda önerilen içsel ve dışsal uzamsal beceriler arasındaki ayrımla aynıdır. İçsel beceriler, tek bir nesnenin dikkate alınmasını gerektiren becerilerdir; dışsal beceriler, bir nesne grubunun arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesini gerektiren becerilerdir.

Lohman, Carroll (1993) gibi bazı araştırmacılar tarafından uzamsal yetenek için tanımlanan diğer bileşenleri (ör. bütünleştirme hızı, algısal hız, görsel bellek) kabul etmektedir ancak bunları temel bir bileşen olarak değil, uzamsal yetenek için ikincil bir bileşen olarak kabul etmiştir (Hegarty ve Waller, 2005). Bu çalışmada uzamsal yetenek Lohman (1988) tarafından tanımlanan uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim faktörleri şeklinde üç bileşen olarak incelenmiştir. Ayrıca uzamsal yetenek ile ilgili Lohman tarafından yapılan kategorilendirmeyi kabul eden çalışmalarda Hızlı Döndürme yerine daha çok Uzamsal İlişkiler ifadesi kullanıldığından (ör. Pittalis ve Christou, 2010; Turgut, 2015) bu çalışmada da Uzamsal İlişkiler terimi kullanılmıştır.

Uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim bileşenlerinin tanımlamalarına ait ayrıntılı açıklamalar bir sonraki bölümde verilmiştir.

2.3.1.1 Uzamsal Görselleştirme

Bu başlık altında uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni için araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalar verilmiştir.

Uzamsal görselleştirme için ilk tanımlamalardan birini yapan Ekstrom ve diğerleri (1976), bu bileşen için “uzamsal yapıların görüntülerini dönüştürme ve düzenleme yeteneği” ifadesini kullanmaktadır. McGee (1979a) tarafından verilen bir nesneyi zihinde hareket ettirme, döndürme ve ters-düz çevirebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Uzamsal görselleştirme yeteneği verilen modelleri (ör. kağıt) katlama ve katlanan şekil açıldığında oluşacak görüntüsünü hayal etme yeteneklerini içermektedir (McGee, 1979b).

Linn ve Petersen’e (1985) göre, uzamsal görselleştirme diğer iki bileşenden daha karmaşıktır ve çözüme ulaşmak için birden çok adım kullanılmaktadır. Uzamsal görselleştirme, uzamsal olarak verilen bir bilgi ile ilgili karmaşık ve çok adımlı dönüşümler yaptırmayı gerektirmektedir. Lohman’a (1988) göre uzamsal görselleştirme en genel faktördür ve daha karmaşık eylemleri gerektirir. Uzamsal görselleştirme faaliyetleri sonunda daha karmaşık olarak verilen bir uyarıcıya karşı bir dizi görsel gösterimler elde edilir. Linn ve Petersen (1985) ve Lohman (1988) ile benzer şekilde daha yakın zamanda yapılan tanımlamalarda uzamsal görselleştirme için Smith ve diğerleri (2003) “uzamsal yapıları içeren çok aşamalı problemleri çözme yeteneği”; Casey (2013) “uzamsal bilginin çok adımlı işlenmesi” ifadelerini kullanmaktadır. Örneğin bir şekli hafızada tutabilme, daha karmaşık bir şeklin içinde gizlenmiş aynı şekli bulabilme, bir grup şekli inceledikten sonra yeni bir tasarım oluşturmak için onları zihinsel olarak bir araya getirebilme (Casey, 2013) uzamsal görselleştirme bileşeni için tanımlanan beceriler arasındadır.

Uzamsal görselleştirme bir ya da birden çok parçadan oluşan iki ve üç boyutlu nesnelerin ve parçalarının hareket ettirilmesi ile oluşan yeni şekilleri zihinde canlandırabilme becerisidir (Burnet ve Lane, 1980; Olkun ve Altun, 2003). Salthouse ve diğerleri (1990) uzamsal görselleştirme bileşenini şu şekilde tanımlamışlardır: “Belirli bir uzamsal yapının, bu yapının bölümlerinin döndürülmesi, katlanması, yeniden konumlandırılması veya başka şekle dönüştürülmesi durumunda nasıl görüneceğini belirlemek için uzamsal bilginin zihinsel manipülasyonu” (s. 128). Clements ve Battista (1992) tarafından iki ve üç boyutlu uzayda cisimlerin hareketlerini zihinde canlandırabilme ve bu hareketleri anlayıp kavrama becerisi uzamsal görselleştirme olarak adlandırılmıştır. Sorby’e (1999) göre uzamsal görselleştirme bir nesneyi zihinde hareket ettirebilme becerisidir.

Christou ve diğerkleri (2006), uzamsal görselleştirme için “üç boyutlu uzayda hayali hareketleri kavrama ya da hayal gücündeki nesneleri manipüle etme yeteneğı” tanımlamasını yaparken; Casey, Jones ve Hare’e (2008) göre, zihinde yer alan görüntülerin karşılaştırılması, dönüştürölmesi yoluyla akıl yürütme yeteneğıdir.

Uzamsal görselleştirme bileşenini ölçen testler incelendiğinde hareketli parçalardan oluşun karmaşık şekilleri zihinde katlama ya da zihinsel birleştirme eylemlerini gerektirmektedir ve iki boyuttan üç boyuta geçiş vardır (Olkun ve Altun, 2003). Bu testlerde yer alan maddelerin çözümünde hız önemli değildir, gittikçe karmaşıklaşun maddelerin doğru bir şekilde cevaplanması önemlidir (Turgut ve Yılmaz, 2012). Uzamsal görselleştirme, nesneleri oluşturan parçaları katlama, geri açma (McGee, 1979b), yeniden düzenleme, yüzey kaplama (Smith, Olkun ve Middleton, 2003) etkinliklerini içermektedir. Maier’e (1998) göre bir düzlemin katlanması veya bir nesnenin açılımının yapılması gibi işlemler görselleştirme içinde yer almaktadır. Testlerin bazıları döndürme, yansıtmaya veya karmaşık şekilleri katlamayı gerektirirken, diğerkleri farklı şekilleri birleştirmeyi gerektirir, bazıları ise çoklu dönüşümleri gerektirir (Yılmaz, 2009).

Uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçmek için en çok kullanılan testler arasında kağıt katlama ve yüzey kaplama testleri vardır (Kozhevnikov ve Hegarty, 2001). Kağıt katlama testlerinde bireylerin bir şeklin katlandığında ve tekrar açıldığında nasıl görüneceğini tespit etmeleri gerekmektedir. Özdeş Bloklar Testi (Identical Blocks Test) kişilerin uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen başka bir test türüdür. Katılımcıların, bir dizi alternatif arasından hangi bloğun, blokların yüzündeki renkler ve sayılar gibi çeşitli tanımlayıcı özellikler göz önüne alındığında, örnek blok ile aynı olduğuna karar vermelerini gerektirmektedir (Yılmaz, 2009). Ayrıca zihinde kesme türündeki testler bireylerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin değerlendirilmesinde kullanılacak testler arasında yer almaktadır (Turgut, 2015).

2.3.1.2 Uzamsal Yönelim

Bu başlık altında uzamsal yeteneğın uzamsal yönelim bileşeni için araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalar verilmiştir.

Uzamsal düşünme içerisinde, uzamsal yönelim becerisi temel kategorilerinden biri olarak kabul edilir (Bodner ve Guay, 1997) ve Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM, 2000) gibi kurumların büyük ilgi gösterdiği bir konudur (Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017).

Fleishman ve Dusek (1971) uzamsal yönelim için erken dönemde tanımlama yapanlar arasındadır ve bu yeteneği nesnelerin farklı açılardan gözlenmesi halinde uzamsal olarak konumlandırması olarak tanımlamaktadır. Uzamsal yönelim, bir nesneyi oluşturan elamanların düzenini kavrayabilme, cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı zihinde canlandırabilme, uzamsal örüntüleri kavrama ve birbirleriyle karşılaştırabilme, uzamsal bir nesnenin farklı yönelimleri verildiğinde karıştırmama becerisidir (McGee, 1979b). Bishop (1980) da uzamsal yönelim için kapsamlı bir tanımlama yapmış ve görsel uyarıcı örüntüsü içerisindeki elemanların düzenini anlayabilme, bir nesnenin kendi parçaları ve nesnenin diğer nesnelere göre olan konumu arasındaki ilişkinin karşılaştırılması ve kişinin kendi pozisyonuna göre yerini belirleyebilme becerilerini bu bileşen içerisine dahil etmiştir.

Lohman'a (1988) göre uzamsal yönelim bir nesnenin görüntüsünün farklı bir pozisyondan nasıl olduğunu hayal etme yeteneği iken; Maier'e (1998) göre uzayda fiziksel ya da zihinsel olarak kendini yönlendirme yeteneğidir. Sorby (1999) tarafından uzamsal yönelim bir kişinin bakış noktasını zihninde hareket ettirebilme becerisi olarak tanımlanmıştır. Smith (1998) uzamsal yönelim becerisinde kişinin kendisinin hareket ettiğini, cismin hareket etmediğini ifade etmiştir.

Uzamsal yönelim konusunda ayrıntılı araştırmalar yapan Kozhevnikov, Hegarty ve Waller tarafından yapılan tanımlamalar şu şekildedir: Uzamsal yönelim, bir uyarın dizisinin başka bir bakış açısıyla nasıl görüldüğünü hayal edebilme yeteneğidir (Kozhevnikov ve Hegarty, 2001). Hegarty ve Waller'a (2004) göre ise uzamsal yönelim becerisi kişinin kendisini ve çevresindeki şekilleri farklı açılardan hayal etme yeteneğidir.

Strong ve Smith (2002) uzamsal yönelim için bir yüzücünün dalış yaparken yönünü belirleyebilmesi, geri döndüğünde yerini bulabilmesi; bir pilotun manevra yaptığında konumunu bilmesi örneklerini vermiştir.

Uzamsal yönelim becerisinin diğer bir yüzü insanların kendilerini yeni ortamlarda yönlendirebilme yeteneğidir ve çoğu insanın yönünü ve yerini bulduğu temel bilişsel özelliği ile ilgilidir (Wolbers ve Hegarty, 2010). “Burası neresi?”, “Ben neredeyim?” sorularını cevaplandırmaya yardım eder (Allen, 2003). Çoğu insan haritaya baktığında nerede olduğunu ve çevresinde neler olduğunu belirlemede güçlük çeker. Bu açıdan uzamsal yönelim becerisinin gelişmesi için zihinsel haritalar yapma ve onları kullanma önem taşımaktadır. Öğrencilerin çevrelerinde bulunanları belirleyip zihnine yerleştirmesi yani çevrelerinin haritalarını çıkarmaları gerekmektedir. Uzamsal yönelim becerisinin gelişebilmesi için bu tür etkinliklere küçük yaşlardan itibaren başlanmalıdır (Clements, 1998). Bilgisayarların kullanımı bu konuda etkilidir ve öğrencilerin harita ve denizcilik becerilerini öğrenmesini kolaylaştırır (Clements, Battista, Sarama, Swaminathan ve McMillen, 1997). Haritalardaki figürlü bilgilerin yorumlanması ve iletişimi uzamsal yönelim ile ilgili yeteneklerdir (Gonzato, Fernández ve Díaz, 2011).

Uzamsal yönelim testleri, uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler testlerinin aksine, kişinin kendisini nesnelerin temsil edildiği sistemin içine dahil etmesini gerektiren testlerdir (Kozhevnikov ve Hegarty, 2001).

2.3.1.3 Uzamsal İlişkiler

Bu başlık altında uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler bileşeni için araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalar verilmiştir.

Maier’e (1996) göre, uzamsal ilişkiler, nesnenin görsel bileşenleri arasındaki ilişkileri (parçaları ve birbirleriyle) tanıma yeteneğidir (Bosnyak ve Nagy Kondor, 2008). Uzamsal ilişkiler, kişinin iki ve üç boyutlu geometrik nesneleri bir bütün olarak zihninde evirip çevirebilmesi ve farklı konumlarında onları tanıyabilmesidir (Olkun ve Altun, 2003). Başka bir tanımlamada uzamsal ilişkiler 2 boyutlu ve 3 boyutlu nesneleri zihinsel olarak hızlı ve doğru bir şekilde döndürme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Colom ve diğerleri, 2002).

Contero ve diğerleri (2005) uzamsal ilişkileri, iki boyutlu uzayda nesneleri zihinde döndürebilme becerisi olarak ifade ederken, Christou ve diğerleri (2006) uzamsal ilişkileri uzamsal bir nesneyi zihinsel olarak hızlı ve doğru bir şekilde döndürme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Uzamsal ilişkiler bileşenini ölçen testler iki boyutlu bir nesnenin tek adımda zihinsel döndürülmesi gibi uzamsal görselleştirme bileşenine göre daha basit zihinsel görevleri içerir ve bu testlerde hız önemlidir (Carroll, 1993). Kart çevirme testleri uzamsal ilişkiler bileşenini ölçen testler arasındadır (Kozhevnikov ve Hegarty, 2001). İki boyutlu ve üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini içeren soruların yer aldığı standart testler ve küp karşılaştırma testleri de uzamsal ilişkiler becerisini ölçmektedir (Olkun, 2003a). Ayrıca büyük bir şekil içerisine gömülü halde bulunan daha küçük bir şeklin bulunması şeklindeki gömülü şekiller türündeki testler bireylerin uzamsal ilişkiler yeteneklerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır (Turgut, 2015).

2.3.2 Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi ile İlgili Araştırmalar

Piaget ve Inhelder'e (1967) göre, çocuklar bilişsel gelişimde olduğu gibi uzamsal yeteneklerinin gelişiminde üç aşamada ilerler: işlem öncesi aşama (preoperational stage), somut işlem aşaması (concrete operational stage) ve soyut işlem aşaması (formal operation stage).

Altı yaşından küçük çocuklar bilişsel gelişimin işlem öncesi aşamasındadır. Bu aşamadaki çocuklar benmerkezcidir yani kendi ortamlarında nesneleri kendilerine göre bulurlar. Ayrılma, yakınlık ve açık/kapalı gibi sınırlı iki boyutlu topolojik uzamsal ilişkileri anlarlar (Piaget ve Inhelder, 1967). Bu aşamada uzamsal yeteneğin geliştirilmesi için bu tarz yetenekler kazandırılmalıdır. Yapbozları birleştirebilen çocuklar bu yetenekleri elde etmişlerdir (Bishop, 1980).

İkinci aşama, çocuklar yedi ila dokuz yaşlarındayken gerçekleşen somut işlem aşamasıdır. Bu aşamada sabit bir referans çerçevesine sahip bilişsel bir harita geliştirirler bu da onların kendi bedenlerinin dışında bir bakış açısı kazanmalarını ve konumlarını hayal etmelerini sağlar. Çocuklar dışsal bir referans çerçevesi kullanarak daha karmaşık ilişkileri anlarlar ve ön/arka, sol/sağ gibi ilişkileri geliştirmeye başlarlar (Piaget ve Inhelder, 1967). Bu aşamada çocuklar üç boyutlu nesneleri görselleştirebilir ve nesnelerin farklı açılardan görüntülerini, döndürülmüş ya da dönüştürülmüş hallerini algılayabilirler. Çoğu çocuk kendi günlük yaşantısında bu tarz nesneler ile karşılaştı ise bu yetenekleri kazanır ancak nesneler tanıdık değilse ya da hareket gerektiren yeni bir özellik içeriyorsa lise ve daha üstü seviyelerde bile bu aşamadaki görselleştirme yeteneklerini kazanamayabilir (Sorby, 1999).

Bilişsel gelişimin son aşaması, 11 yaş civarında başlayan soyut işlem aşamasıdır. Bu aşamada çocuklar koordineli bir referans çerçevesi oluştururlar yani sabit noktaların birbirlerine göre konumlarını içeren bir ağ (harita) oluşumunun gelişimi sağlanır. Uzaklıklar arasındaki düz çizgi bağlı mesafeleri tahmin etme ve bir ölçeğin orantılı olarak azaltılması gibi Öklidsel uzamsal ilişkiler gelişir (Piaget ve Inhelder, 1967). Bu aşamadaki bireyler alan, hacim, uzaklık, dönüşüm, döndürme, yansıtma gibi kavramları görselleştirebilmelidir (Sorby, 1999).

Huttenlocher, Newcombe ve Vasilyeva (1999), uzamsal anlamamanın Piaget'in çalışmasında önerilenden daha erken geliştiğini savunmaktadır. Altı aylıkken bebeklerin, etraflarındaki nesnelerin yerini anlamak için tahmin becerilerini kullanabildiğini ve bunun mesafeleri anlamak için doğuştan gelen bir yetenek olduğunu belirtmektedir. 18. aya gelindiğinde basit haritaları ve modelleri kullanabildiğini ifade etmektedir.

Birçok araştırmacı görsel-uzamsal becerilerin zamanla geliştiğini ve bazı gerçek yaşam deneyimlerinin bu yeteneklerin gelişimini desteklediğini ileri sürmektedir (Cherney, 2008). Örneğin, ilkokul çocuklarının uzamsal becerilerindeki artış okula gitmeleri ile ilişkilidir (Huttenlocher ve diğerleri, 1998). Oyuncaklar, spor, bilgisayar oyunu ve bazı ders seçeneklerinin bulunması (Cherney ve London, 2006) uzamsal deneyimlere katkıda bulunmaktadır (Cherney, 2008). Serbin and Connor (1979) tarafından cinsiyet farkı gözetmeksizin gerçekleştirilen araştırmanın sonuçlarına göre, uzamsal içerik bakımından daha yüksek olduğuna inanılan oyuncaklarla oynamak için daha fazla zaman harcayan çocuklar, uzamsal performansın bir ölçüsü olan Wechsler İlköğretim Zeka Ölçeği Blok Alt Testinde daha iyi performans göstermişlerdir. Doyle, Voyer ve Cherney'nin (2012) araştırmasının sonuçları, yetişkinlikteki uzamsal becerilerin geliştirilmesinde çocukluk faaliyetlerinin önemini doğrulamaktadır. Carbonell ve diğerleri (2011, 2012), Newcombe ve Stieff (2012) özel olarak uzamsal yönelim becerisinin öğrenme etkinlikleriyle geliştirilebileceğini savunmaktadır.

Baenninger ve Newcombe'nun (1989) uzamsal yetenek ile ilgili etkinliklere katılımı değerlendiren meta-analiz çalışması, uzamsal yetenek ile ilgili etkinliklere katılım ile uzamsal yetenek testi performansı arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Baenninger ve Newcombe (1995), uzamsal yeteneklerin gelişimi ile ilgili en belirgin çevresel faktörlerin bazılarını şu şekilde sıralamıştır: matematiksel ve uzamsal alanlardaki deneyimlerin etkileri, ebeveyn beklentileri, öğrencilerin öğretmenlerle etkileşimleri ve spora dahil olmaları, uzamsal bileşenleri olan oyuncaklarla oynama gibi gayri resmi matematik ve mekansal etkinliklere katılım.

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine yapılan literatür meta-analizleri (Baenninger ve Newcombe, 1989; Uttal, 2009) şunları göstermektedir: 1) spor, el sanatları ve diğer hobiler gibi uzamsal etkinliklere katılım, uzamsal yetenek puanlarıyla pozitif olarak ilişkilidir ve 2) uzamsal yetenek performansı eğitim yoluyla iyileştirilebilir.

Sorby (2007) uzamsal yeteneği geliştiren etkinlikleri şu şekilde sıralamıştır: 1) küçük çocuklukta oyuncaklarla (ör. Lego) oynama, 2) ortaokulda ya da lisede teknik resim, mekanik gibi çalışmalara katılma, 3) 3 boyutlu bilgisayar oyunları oynama, 4) belli spor türlerine katılma ve 5) iyi geliştirilmiş matematik yeteneklerine sahip olma.

Bu çalışmada Sorby (1999) tarafından belirtilen uzamsal yeteneği geliştirici etkinlik türlerine paralel olarak 1) somut materyaller ile matematik uygulamaları, 2) bilgisayar destekli matematik uygulamaları ve 3) serbest matematik uygulamaları olmak üzere üç başlık altında etkinlikler gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda sırasıyla somut materyal destekli etkinliklerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve somut materyal-bilgisayar destekli etkinliklerin birlikte yer aldığı araştırmalar sunulmuştur. Bu etkinliklerin özellikle ortaokul seviyesindeki yaş grubundaki öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi üzerine yapılan araştırmalar verilmiştir.

2.3.2.1 Somut Materyal Destekli Etkinliklerin Uzamsal Yeteneğe Etkisi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Araştırmalar, uzamsal ve geometrik düşünmenin gelişimde somut modellerin önemini desteklemektedir (Clements ve McMillen, 1996). Siegler ve Ramani'ye (2009) göre, uzamsal oyuncaklarla oynamak ve etkinliklere katılmak uzamsal yeteneği geliştirmektedir. Günlük hayatında bulmaca çözen; yapboz yapan; örüntü oluşturma, simetrisini bulma, şekilleri eşleştirme-birleştirme-parçalama gibi etkinlikleri gerçekleştiren çocukların uzamsal düşünme becerilerinin daha ileri seviyede olacağı belirtilmektedir. Örneğin çocuklar legolarla bir yapıyı inşa etmek için uzamsal

ölçeklendirme yapar ya da bir yapbozu tamamlarken zihinsel döndürme becerilerini kullanır (Çilingir Altınır, 2018).

Olkun (2003c) bilgisayar destekli materyallerin somut bir materyal kadar duysal uyarıcı sağlamadığını belirtmektedir. Araştırmacıya göre somut materyallerin bilgisayar ortamında olmayan bir dokunma deneyimi sağlama özelliği vardır.

Clements (1998) küçük çocukların iki ve üç boyutlu nesnelerin resimlerini oluşturma ve dönüştürme etkinlikleriyle uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirebileceklerini belirtmiştir. Olkun ve Knaupp (1999) öğrencilerin somut materyal kullanarak geometri öğrenebileceklerini savunmaktadır.

Brinkmann (1966), eğitimin uzamsal yetenek üzerindeki etkisini inceleyen ilk araştırmacılardan birisidir. Araştırmacı çalışmasında uzamsal görselleştirme yeteneğinin gelişimi üzerine uzay ilişkilerinin görselleştirilmesi için tasarlanan programlı öğretimin etkisini incelemiştir. Çalışmaya 60 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin yarısı deney grubuna atanmış ve 3 hafta süren öğretim programına katılmıştır. Kontrol grubundaki diğer öğrencilere ise herhangi bir eğitim verilmemiştir. “Diferansiyel Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler” ölçme aracı, her iki gruba da en ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ön test puanları oldukça benzer olan iki grubun araştırma sonrasında uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada programlı öğretimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği sonucu elde edilmiştir.

Ben-Chaim, Lappan ve Houang (1988), ortaokul seviyesindeki öğrenciler ile gerçekleştirdikleri matematik projesinde gerçekleştirdikleri öğretimin 5-8 sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ortaokul öğrencileri matematik projesi [Middle Grade Mathematics Project (MGMP)] kapsamında küçük küpler ile yapılan etkinliklere yaklaşık 1000 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, 3 haftalık uzamsal görselleştirme öğretimin 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerini uzamsal yeteneklerini önemli ölçüde arttırmıştır.

Olkun (2003a), ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin geliştirmek amacıyla mühendislik çizim uygulamaları geliştirmiştir. Öğrencilere 2x2x2 cm boyutlarında küpler, kağıt ve kalem vermişlerdir. Bir şekil verip küpler ile bu şekli oluşturmalarını ve üstten, önden ve sağdan görünümelerini çizmelerini istemiştir. Verilen şekiller gittikçe

karmaşıklıkmaktadır. En son olarak öğrencilerden küpler ile bir yapı tasarımları ve bunun çizimlerini gerçekleştirmeleri istenmiştir. Araştırmacı bu çalışmada uzamsal yönelim becerisi olarak belirtilen uzamsal yetenek bileşeninin gelişimi için mühendislik çizim uygulamalarının etkili materyaller olabileceğini belirtmiştir.

Turğut (2007) dokuz farklı ortaokulda öğrenim görmekte olan 1036 öğrenci ile bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmacı öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile cinsiyetleri, matematik dersindeki akademik başarıları, kullandıkları elleri (sağ-sol), okul öncesi eğitim durumları, Lego tarzında oyuncaklar ile oynama deneyimleri, bilgisayar oyunu oynama sıklıkları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, lego oynama tecrübesi olan öğrencilerin uzamsal yetenek seviyeleri oynamayan öğrencilere göre daha yüksektir.

Bakker (2008), araştırmasında beşinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmek için somut materyal olarak Tridio kullanmıştır. Tridio, birim küplerden, mozaik parçalardan ve onların izometrik ve dikey görünümünden oluşan materyallerdir. Öğrenciler, bireysel olarak Tridio ile eğitim almışlardır. Araştırma sonunda öğrencilerin uzamsal ilişkiler yeteneğinde gelişme görülürken; uzamsal görselleştirme yeteneğinde herhangi bir gelişme görülmemiştir. Araştırmacıya göre Tridio materyalinin karmaşık olmasından ve çalışmaya katılan öğrencilerin yaşlarının küçük olmasından dolayı bu sonuçlar çıkmış olabilir.

Çakmak (2009) origami-tabanlı öğretimin dördüncü, beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri (uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim) üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmanın sonuçları, origami-tabanlı öğretimin öğrencilerin hem uzamsal görselleştirme hem de uzamsal yönelim yetenekleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Eryaman (2009) 3 boyutlu nesnelerin 2 boyutlu gösterimleri ile ilgili olarak geliştirilen uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisini araştırmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen izometrik çizim etkinlikleri tek grupta yer alan 24 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonuçları etkinliklerin öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini geliştirdiğini göstermektedir.

Topbaş Tat ve Bulut (2009) araştırmalarında, yedinci sınıfta okuyan 10 öğrenciye yumurta tangramı ile tangram parçalarını kullanarak çeşitli şekiller oluşturmayı gerektiren etkinlikler uygulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre tangram etkinlikleri öğrencilerin uzamsal yeteneklerini anlamlı düzeyde geliştirmiştir.

Demirkaya ve Masal (2017) araştırmalarında geometrik-mekanik oyun temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme becerilerine etkisini incelemiştir. Tek grup ön test-son test deneysel desenin kullanıldığı çalışmaya altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri katılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, her bir sınıf düzeyi için (6., 7. ve 8. sınıflar) öğrencilerin uzamsal beceri son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. Bu sonuç geometrik-mekanik oyun temelli etkinliklerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmelerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Çilingir Altınır (2018), dördüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünmeleri ile yapboz oyunlarındaki becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin puzzle testi ile uzamsal görselleştirme testi sonuçları arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir.

2.3.2.2 Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Uzamsal Yeteneğe Etkisi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Clements ve McMillen'e (1996) göre bilgisayarlar somut materyaller kadar gerçeklik ve yararlı görsellik sağırlar. Ayrıca bilgisayarların kendine özgü avantajları vardır. Örneğin bilgisayar aracılığıyla elde edilen yapıların bazıları gerçeklerine göre daha esnek olurlar. Öğrenciler bilgisayarda çalışırken nesnenin şeklini ve boyutlarını değiştirebilirler. Bu nesneleri daha sonra kullanmak üzere bilgisayarlarına kaydedebilirler ve ihtiyaç duyduklarında gerçekleştirdikleri işlemleri tekrar edebilirler. Somut materyaller aracılığıyla gerçekleştirilemeyen birçok işlem bilgisayarlar aracılığıyla gerçekleştirilebilir (Yolcu ve Kurtuluş, 2010).

Son yıllarda, bilgisayar ve ağ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, öğretmenlerin uzamsal geometri derslerinde öğrenme etkinlikleri yürütmelerine yardımcı olmak için çeşitli bilgisayar destekli ortamlar geliştirilmiştir. 3DMath (Christou ve diğerleri, 2006), İnteraktif Multimedia Animasyonu (Garcia ve diğerleri, 2007) ve Sanal Alanlar 1.0 (Hauptman, 2010) gibi bilgisayar sistemleri, geometrik nesnelerin anlatılmasında

öğrenciler için etkileşimli öğrenme araçları olarak okullarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Hung ve diğerleri, 2012).

Bireylerin uzamsal yetenekleri yapılan pratiklerle ve doğru bir şekilde seçilen bilgisayar destekli etkinliklerle geliştirilebilir (David, 2012; Do ve Lee, 2009). Bilgisayar oyunlarının uzamsal yeteneği geliştirmeye katkısının olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Sims ve Mayer, 2002). Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, uzamsal yetenek dijital olarak hazırlanmış uygun bir eğitim aracılığıyla geliştirilebilir (Kadam, Sahasrabudhe ve Iyer, 2012). Örneğin, Samsudin, Rafi ve Hanif (2011) çalışmalarında, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının 15-16 yaş düzeyindeki öğrencilerin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirdiğini göstermiştir. Allahyar ve Hunt (2003) kişilerin uzamsal yönelim becerilerinin gelişiminde görsel gerçeklik ortamı adını verdiği bir öğrenme ortamını önermiştir. Bilgisayar ortamında hazırlanan bu öğrenme ortamlarının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirdiğine yönelik araştırma sonuçları bulunmaktadır (ör. Dahmani ve diğerleri, 2012; Lin ve diğerleri, 2014; Carbonell Carrera, 2017).

Christou ve diğerleri (2007), 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini taşıyan dinamik ve interaktif bilgisayar uygulamalarının öğrencilerin 2 boyutlu ve 3 boyutlu uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirdiğini savunmuşlardır. Çalışmalarının sonuçları, geliştirdikleri dinamik geometri yazılımının (Cubix Editor) ortaokul öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin gelişimine katkı sağlayacağını göstermektedir. Cherney'in (2008) araştırmasında elde ettiği bulgular, çok az bilgisayar oyunu uygulamasının bile öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerindeki performanslarını artırabileceğini göstermektedir.

Rafi ve diğerleri (2008), ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdiği araştırmalarında bir masaüstü sanal ortamının öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada öğrenciler iki deney ve bir kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmışlardır. Deney grubundan birinde etkileşim tabanlı öğretim, diğerinde animasyonla geliştirilmiş ortamlar ile öğretim gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemle göre öğretim faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişiminde en fazla ilerlemenin etkileşim tabanlı ortamda, orta dereceli ilerlemenin

animasyon tabanlı ortamda görüldüğünü, geleneksel yöntemde ise öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde ilerleme görülmediğini göstermiştir.

Yang ve Chen (2010) 5.sınıf öğrencileri için dijital bir pentamino oyunu geliştirmişlerdir ve çalışmalarının sonucuna göre bu oyun öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimini sağlamıştır.

Lin ve diğerleri (2011) araştırmalarında tabletler için hazırladıkları sanal tangram oyununun 6. sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin gelişmesini sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Subroto ve Si (2011) Cabri 3D yazılımının kullanıldığı öğrenme ortamı ile geleneksel öğrenme ortamının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim yeteneklerinde önemli ölçüde gelişme görülmüştür.

David (2012), bilgisayar oyunlarının 14-15 yaş aralığındaki öğrencilerin zihinde döndürme, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme yeteneklerine etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretim uygulamasından sonra öğrencilerin zihinde döndürme, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerileri arasında başlangıçtaki uzamsal yetenek seviyelerine göre (düşük, orta ve yüksek) anlamlı bir farklılık vardır. Düşük uzamsal yetenek seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimi orta olanlardan fazladır; orta olanların da yüksek olanlardan fazladır.

Hung ve diğerleri (2012), 4-6.sınıf düzeyindeki öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada bilgisayar ortamında oyun temelli bir uzamsal öğrenme aracı geliştirmiştir. Uzamsal öğrenme aracı, “eşleştirme oyunu”, “hazine avı” ve “farklı açı” isimli üç farklı oyun içermektedir. “Eşleştirme oyunu”, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim becerileri ile ilgili olarak katılımcıların iki boyutlu geometri anlamalarını geliştirmeye yöneliktir. “Hazine avı”, katılımcılara uzamsal algılarını ve uzamsal yönelim becerilerini geliştirmelerini sağlayan 2 boyutlu uzamsal bir ortam sunmaktadır. “Farklı açı” etkinliğinde, katılımcılar 3 boyutlu alanda aynı şekle bakarken bakış açılarını değiştirerek yüzeyin farklı görüntülerini gözlemlemektedir. Deneysel araştırmanın sonuçları uzamsal öğrenme aracının sadece öğrenme başarısını değil, öğrencilerin uzamsal algılarını da arttırdığını göstermektedir.

Lin, Chen ve Lou (2014), bilgisayar ortamında bir hazine avı oyunu tasarlamıştır. Oyun, oyuncunun konum ve yön değişikliklerinden geçebileceği ve sonunda hedefi bulacağı yani uzamsal yönelim becerilerini kullanacağı; oyuncunun konumlarını anlık hafızasında tutatacağı yani uzamsal hafızasını kullanacağı olaylar içermektedir. 12-13 yaş aralığındaki öğrencilerle gerçekleştirilen deneysel çalışma Tayvan’da gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları bilgisayar oyununun öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmelerinde etkili bir yol olduğunu göstermektedir.

Kösa ve Kaya (2018), Cabri 3D ile zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada deney grubunda dersler bilgisayar Cabri 3D aracılığıyla işlerken, kontrol grubunda geleneksel yolla işlenmiştir. Araştırma sonuçları, Cabri 3D ile zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmelerinde daha etkili olduğunu göstermiştir.

2.3.2.3 Somut Materyal ve Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Uzamsal Yeteneğe Etkisi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Bu başlık altında somut materyal ve bilgisayar destekli etkinliklerin birlikte gerçekleştirildiği ve bu şekilde yapılan öğretimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Bayrak (2008), görsel öğretim adını verdiği öğretimin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada dönüşüm etkinlikleri, bilgisayar destekli ve somut materyal destekli etkinlikler ve origami etkinlikleri gibi müfredat dışı etkinlikler kullanılmıştır. 21 altıncı sınıf öğrencisi 10 hafta boyunca haftada bir saat etkinliklere katılmıştır. Araştırmanın sonuçları, görsel eğitimin öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yetenekleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

Yıldız (2009) üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının beşinci sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma için True Vision 3D oyun motoru kullanılarak 3 boyutlu bir sanal birim küp simülasyonu hazırlanmıştır. Deney gruplarında birim küpler ile ilgili kazanımlara yönelik olarak hazırlanan sanal ortam kullanılırken, kontrol gruplarında aynı kazanımlara yönelik somut birim küpler ile öğrenme etkinlikleri

gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar iki farklı okulda gerçekleştirilmiştir. Birinci okuldaki uzamsal görselleştirme yeteneği açısından deney grubu lehine fark bulunurken, zihinde döndürme yeteneği açısından gruplar arasında bir fark bulunamamıştır. İkinci okulda ise sadece deney grubunun uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme testleri sonuçlarında artış olduğu bulunmuştur. Kontrol grubu açısından ise bir gelişme olmamıştır.

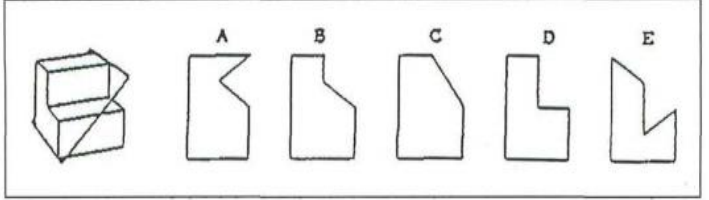
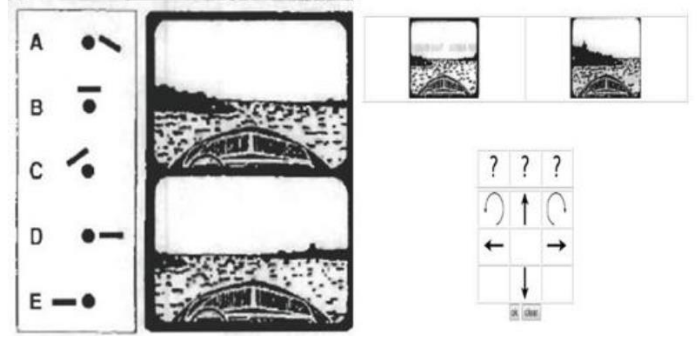
Yolcu ve Kurtuluş (2010) araştırmalarında, altıncı sınıf öğrencileri ile hem somut materyaller kullanarak hem de bilgisayar destekli uygulamalar ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmeye yönelik öğretim gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, ön test sonuçları kötü olan öğrenciler de dâhil olmak üzere uygulama sonrasında öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerini ölçen son test puanlarında artış görülmüştür.

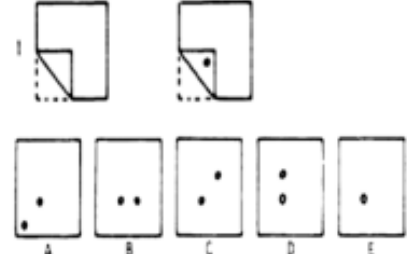
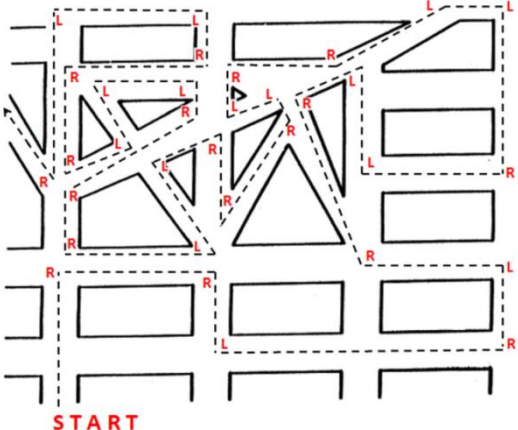
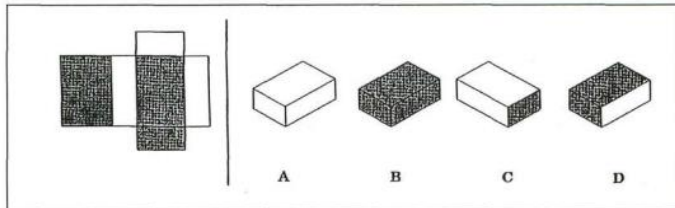
Yurt (2011), sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünme ve zihinde döndürme becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırma için iki deney ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam üç grup oluşturulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre, sanal ortam kullanarak modeller geliştirmek öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinde döndürme becerilerini geliştirmiştir. Somut nesneler kullanarak modeller geliştirmek öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirirken, zihinde döndürme becerilerini geliştirmede etkisi sınırlı kalmıştır. Ayrıca sanal ortam kullanarak modeller geliştirmek, öğrencilerin zihinsel çevirme becerisini geliştirmede daha etkili olurken; somut nesneler kullanarak modeller geliştirmek, öğrencilerin uzamsal düşünme becerisini geliştirmede daha etkili olmuştur.

2.3.3 Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi ile İlgili Araştırmalar

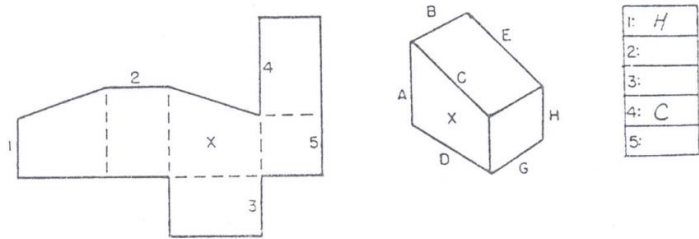
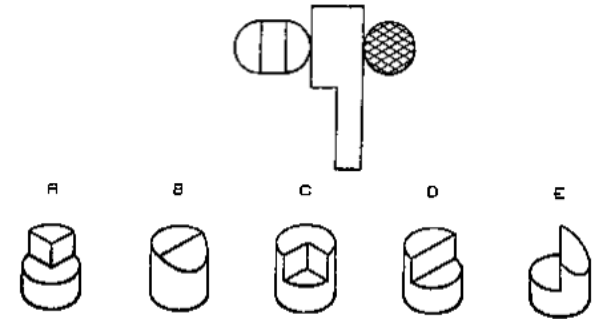
Uzamsal yeteneğin ölçülmesi amacıyla geliştirilen çeşitli ölçme araçları bu bölümde verilmiştir.

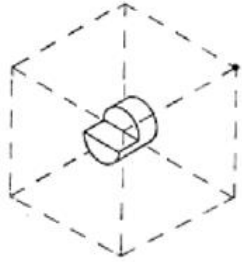
Tablo 2.1 Literatürde Yer Alan Çeşitli Uzamsal Yetenek Testleri ve Testlerden Örnek Sorular

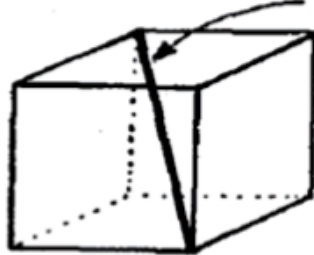
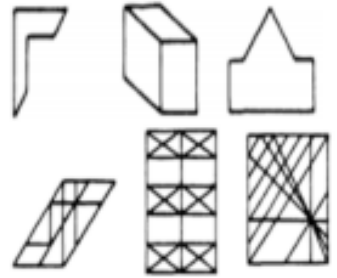
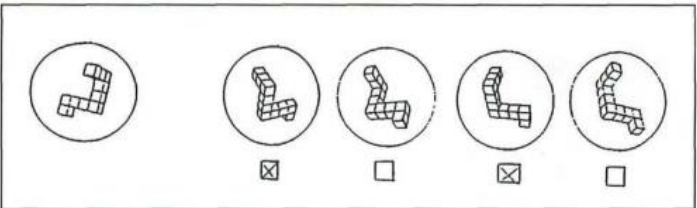
Testin Adı	Testin Özellikleri	Örnek Soru
Zihinde Kesme Testi [The Mental Cutting Test (MCT)] (CEEB, 1939)	Amerika Birleşik Devletleri'nde üniversiteye giriş sınavında kullanılmak üzere geliştirilmiştir ve 25 sorudan oluşmaktadır. Testteki her soruda öğrencilere düzlemle kesilecek bir şekil gösterilir. Öğrencilerin ortaya çıkan kesiti beş alternatif arasından seçmeleri gerekmektedir.	
Guilford-Zimmerman Uzamsal Yönelim Testi [Guilford-Zimmerman Spatial Orientation Test (GZSOT)] (Guilford ve Zimmerman, 1948)	Bu testte aynı manzara iki farklı bakış açısıyla katılımcılara gösterilir. Katılımcılardan ikinci resimde ilk pozisyondaki orijinal pozisyona kıyasla teknenin pozisyonunun ne kadar değiştiğini belirlemeleri istenir. Ancak testteki gösterimin ve uygulamanın karmaşıklığından dolayı, Kyritsis ve Gulliver (2009) GZSOT'un elektronik veriyonunu oluşturmuştur.	 Lin, Chen ve Lou (2014) çalışmasından alınmıştır.

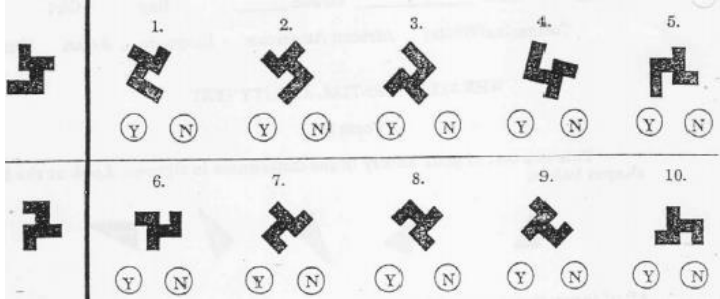
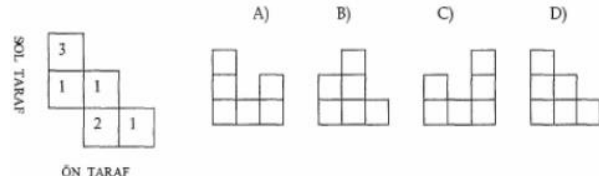
Kağıt Katlama Testi [Paper Folding Test (PFT)] (French ve diğerleri, 1963)	Bu testteki sorularda bir kağıt katlandıktan sonra üzerinde çeşitli noktalardan delikler açılmaktadır. Öğrencilerden bu kağıdın açıldıktan sonraki halini belirlemeleri istenmektedir.	
Money Yön Algısı Yol Haritası Testi [The Money Road Map Test of Directional Sense] (Money ve diğerleri, 1965)	Testte katılımcılara küçük bir kasabanın sokak haritası gösterilmekte ve sanki caddeden geçiyormuş gibi noktalı bir yol izlemeleri istenmektedir. Rotadaki her dönüşte, katılımcılara sayfayı fiziksel olarak döndürmeden yol boyunca devam etmek için sola mı sağa mı dönmeleri gerektiğini işaretlemeleri istenmektedir. Money Testi'nin revize edilmiş versiyonundan bir örnek yanda verilmiştir.	 Ferguson ve diğerleri (2015)'ten alınmıştır.
Diferansiyel Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler [The Differential Aptitude Test: Space Relations (DAT:SR)] (Bennett ve diğerleri, 1973)	50 maddeden oluşan testte katılımcılardan istenen verilen 2 boyutlu şeklin katlanmasıyla oluşan 3 boyutlu yapıyı dört seçenek arasından seçmektir.	

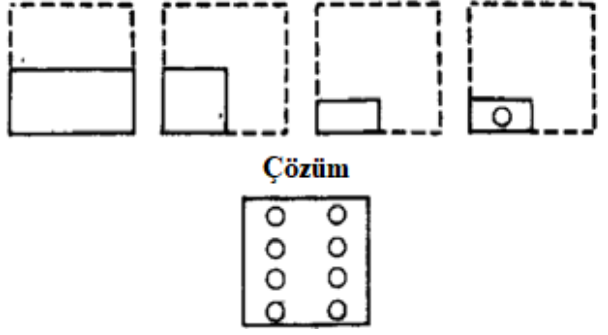
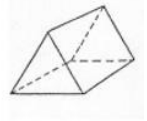
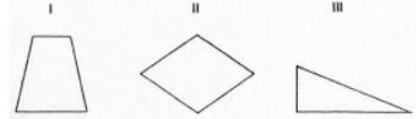
Kağıt Katlama Testi [Paper Folding Test (PFT)] (Ekstrom ve diğerleri, 1976)	Bu testteki sorularda dikey çizginin solundaki şekil katlanıp bir noktadan delindikten sonra açıldığında elde edilen şeklin seçenekler arasından belirlenmesi istenmektedir. Testin Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	
Kart Çevirme Testi [Card Rotations Test (CRT)] (Ekstrom ve diğerleri, 1976)	Bu testteki sorularda dikey çizginin solundaki şekil ile sağındaki şeklin karşılaştırılması ve aynı olup olmadıklarının belirlenmesi istenmektedir. Testin Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	
Küp Karşılaştırma Testi [Cube Comparison Test (CDT)] (Ekstrom ve diğerleri, 1976)	Bu testteki sorularda küpler verilmiştir ve küplerin birbirinin aynısı olup olmadığının belirlenmesi istenmektedir. Testin Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	

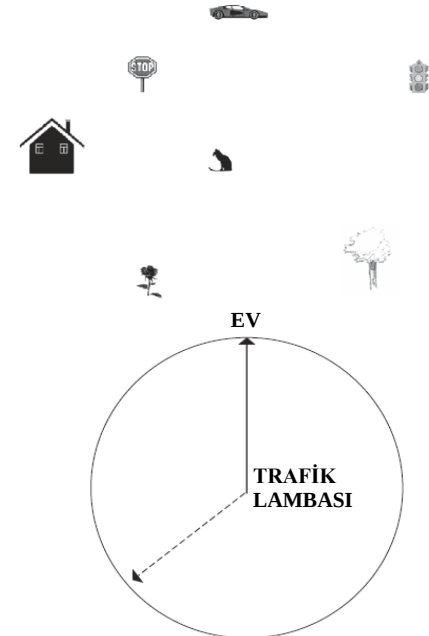
Yüzey Kaplama Test [Surface Development Test (SDT)] (Ekstrom ve diğerleri, 1976)	Bu testteki sorularda soldaki şekil noktalı çizgili yerlerden katlandığında sağdaki şeklin oluştuğu belirtilmektedir. Katılımcılardan katlamayı hayal ederek numaralı köşelere hangi harflerin karşılık geldiğinin bulunması istenmektedir. Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	 <table border="1" data-bbox="1948 271 2031 426"><tr><td>1:</td><td>H</td></tr><tr><td>2:</td><td></td></tr><tr><td>3:</td><td></td></tr><tr><td>4:</td><td>C</td></tr><tr><td>5:</td><td></td></tr></table>	1:	H	2:		3:		4:	C	5:	
1:	H											
2:												
3:												
4:	C											
5:												
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Oluşturma [Purdue Spatial Visualization Test: Developments] (Guay, 1977)	Testteki soruların üst kısmında açınımı verilen bir şekil bulunmaktadır. Taranmış kısım şeklin tabanını göstermek üzere şekil kapatıldığında oluşan üç boyutlu şeklin belirlenmesi istenmektedir. Bu bölümde yer alan örnek bir soru yanda verilmiştir. Sevimli (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.											

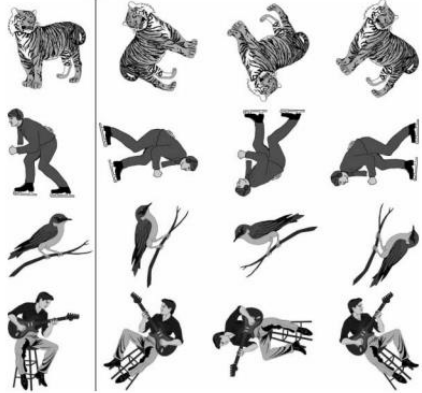
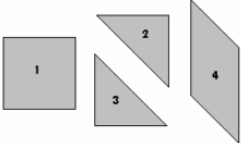
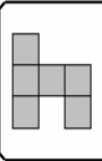
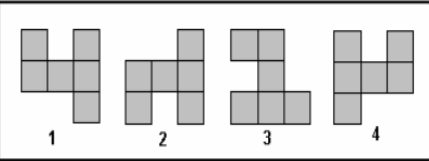
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürmeler [Purdue Spatial Visualization Test: Rotations] (Guay, 1977)	Testin döndürmeler bölümünde yer alan sorularda önce bir şekil ve onun döndürülmüş hali verilir. Daha sonra ikinci bir şekil gösterilir ve ikinci şeklin uzayda aynı miktarda döndürülmesiye elde edilen şeklin belirlenmesi istenir. Sevimli (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	 Şeklinin döndürülmüş hali  'dir.  Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir? A B C D E     
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Görünümler [Purdue Spatial Visualization Test: Views] (Guay, 1977)	Testin görünümeler bölümünde bir şekil cam bir küpün tam merkezine yerleştirilmiş olup küpün köşelerinden birisi işaretlenmiştir. Öğrencilerden işaretlenen noktadan baktıklarında geometrik cismi nasıl göreceklerini bulmaları istenmektedir. Sevimli (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	 A B C D E     

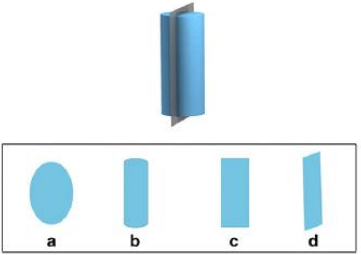
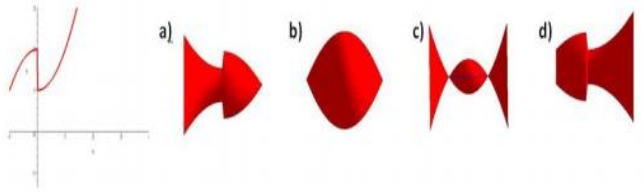
Monash Uzamsal Görselleştirme Testi [Monash Space Visualization Test] (Wattanawaha, 1977)	Monash Uzamsal Görselleştirme Testi'nde küp oluşturma, çeşitli uzunluk karşılaştırmaları soruları bulunmaktadır (akt. Eliot ve Smith, 1983). Örneğin bir küpün cisim köşegeni belirtilmiş ve aynı cisim köşegenine sahip kaç adet küp oluşturulabileceği sorusu öğrencilere sorulmuştur.	
Saklı Şekiller Grup Testi [The Group Embedded Figures Test (GEFT)] (Witkin ve diğerleri, 1977)	Testte öğrencilere üstte basit bir şekil ve altında karmaşık şekiller verilmektedir ve öğrencilerin bu şekillerin içerisinde istenilen basit şekli bulmaları istenmektedir. Okman-Fişek (1979) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır.	
Zihinde Döndürme Testi [The Mental Rotation Test (MRT)] (Vandenberg ve Kuse, 1978)	Test 20 maddeden oluşmaktadır. Her soru iki doğru ve iki yanlış alternatif şekil içermektedir. Öğrencilerden hangi alternatiflerden ikisinin verilen şeklin döndürülmüş hali olduğunu belirlemeleri istenmektedir.	

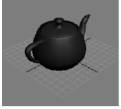
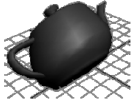
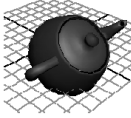
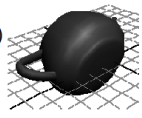
Wheatley Uzamsal Yetenek Testi [Wheatley Spatial Ability Test (WSAT)] (Wheatley, 1978)	Testte geometrik şekillerin zihinde döndürülmesi ile ilgili sorular bulunmaktadır. Dikey çizginin solundaki şekil ile sağındaki şekillerin karşılaştırılması ve aynı olup olmadıklarının belirlenmesi istenmektedir.	
Ortaokul Matematik Projesi: Uzamsal Görselleştirme Testi [Middle Grades Mathematics Project (MGMP): Spatial Visualization Test] (Lappan ve diğerleri, 1981)	Middle Grades Mathematics Project adlı proje kapsamında ortaokul düzeyindeki öğrenciler için geliştirilmiştir. Turğut (2007) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılmıştır. Testte küp sayma, 2D'den 2D'ye görselleştirme, 2D'den 3D'ye ve 3D'den 2D'ye görselleştirme, zihinde ayırıştırma, zihinde bütünleme, zihinde döndürme ile ilgili sorular bulunmaktadır.	Aşağıda bir binanın tepeden (kuşbakışı) görünüşü verilmiştir. Bu göre bu binanın <u>soldan</u> görünüşü aşağıdakilerden hangisidir? SOL TARAF  ÖN TARAF A) B) C) D)

Kağıt Katlama Testi [Paper Folding Test (PFT)] Kyllonen ve diğerleri (1984)	French ve diğerleri (1963) tarafından geliştirilen Kağıt Katlama Testi'nin başka bir versiyonudur. Testteki sorular ile benzer şekilde kare şeklindeki bir kağıt parçasının katlanmasıyla ve katlı kısımlarından delikler açılmasıyla oluşan yeni parçanın açılmış halinin bulunması istenilmektedir.	 Çözüm
Zihinde Kesme Testi [The Mental Cutting Test “Schnitte”] (Fay ve Quaiser-Pohl, 1999; Quaiser-Pohl ve Fay, 2000)	Test 17 maddeden oluşan 5 seçenekli çoktan seçmeli bir testtir. Katılımcıların zihinsel olarak içi boş üç boyutlu geometrik şekilleri (örneğin, piramitler, koniler) kesmeleri istenir. Testte verilen şekiller bir düzlem veya başka bir geometrik şekil ile kesilir ve verilen kesme işlemlerinden sonra oluşan iki boyutlu zihinsel kesim yüzeylerinin (örneğin, üçgenler, dikdörtgenler) belirlenmesi istenir.	Uçlarında (sağ tarafta görüldüğü gibi) üç dikdörtgen ve iki eşkenar üçgen içeren bir prizma bir düzlemle kesilecektir. Aşağıdaki kesim yüzeylerinden hangileri oluşabilir?   A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) I, II ve III E) Hiçbiri

Perspektif Alma/Uzamsal Yönelim Testi [Perspective Taking/Spatial Orientation Test (PTSOT)], (Kozhevnikov ve Hegarty, 2001; Hegarty ve Waller, 2004)	Test, kişinin uzayda farklı bakış açılarını ve nesnelerin birbirlerine göre konumlarını hayal edebilme yeteneğinin bir testidir. Testin bir tarafında çeşitli konumlarda bulunan nesneler ve diğer tarafında bir çember bulunmaktadır. Çemberin merkezinde bir nesne ve üzerinde bir nesne yer almaktadır. Katılımcılardan bu iki nesnenin konumuna bağlı olarak diğer nesnenin çember üzerindeki konumunu hayal etmeleri istenmektedir.	
Santa Barbara Yön Algısı Ölçeği [Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD)] (Hegarty ve diğerleri, 2002).	Test katılımcıların uzamsal yönelim becerilerini ölçmek için geliştirilmiştir. Kendi kendine raporlama ölçeği olarak değerlendirilen test, bir kişinin kendi uzamsal yönlendirme becerisine ilişkin kararını ölçmek için tasarlanmış 15 ifadeden oluşmaktadır.	Tipik açıklama örnekleri “yön duygum çok iyi” ve “yeni bir şehirde çok kolay kayboluyorum”. Katılımcılar, her ifade için 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 7 (kesinlikle katılıyorum) arasında değişen cevaplar vermektedir.

Resim Döndürme Testi [Picture Rotation Test (PRT)] (Quaiser-Pohl, 2003),	Test okul öncesi ve erken ilkököl çocukları için (4-6 yaş) geliştirilmiş bir zihinsel döndürme testidir. Testte düzlem üzerinde döndürülmesi gereken üç boyutlu insan ve hayvan resimleri verilmiştir. Öğrencilerden çizginin sol tarafında kalan şekillerin döndürülmüş halini bulmaları istenmektedir.	
2 Boyutlu Geometri Uzamsal Görselleştirme Testi [Test of Spatial Visualization in 2D Geometry (TSV)] Olkun (2003b)	Test 29 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Test maddeleri türlerine göre dört gruba ayrılmıştır: uzamsal, uzamsal-sayısal, zihinsel döndürme ve alan ölçümü. Testin uzamsal ve uzamsal-sayısal bölümündeki sorular uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni; zihinde döndürme bölümündeki sorular uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler bileşeni ile ilgilidir (Olkun, 2003c; Olkun ve Altun, 2003).	Aşağıdaki gri şekillerden hangileri ile soldaki şekil <u>kaplanamaz</u>?   A) 1 ve 2 B) 1 ve 3 C) 3 ve 4 D) 1 ve 4 Testin uzamsal bölümünden örnek soru Aşağıda, solda görülen şekil saat yönünde döndürülerek sağdakilerden hangisi elde edilebilir?   A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 Testin zihinde döndürme bölümünden örnek soru

Kesit Yüzeyi Testi [Cross Sections Test] Cohen ve Hegarty (2012)	30 maddeden oluşan çoktan seçmeli test, üç boyutlu bir geometrik katının iki boyutlu kesitini belirleme becerisini ölçmektedir.	
Uzamsal Görselleştirme Testi (Sezen Yüksel ve Bülbül, 2014)	Üniversite düzeyindeki öğrencilere yönelik olarak 6 kategoride soru hazırlanmıştır. Bir eğrinin x- veya y- eksenine etrafında döndürülmesi ile oluşacak üç boyutlu şekli belirleyebilme, kapalı hali verilen bir küpün açık halini belirleyebilme, düzgün olmayan şekillerin katlanmasıyla oluşan şekillerin bulunması, verilen üç boyutlu şeklin hangi düzlemsel eğrinin sırasıyla x veya y- eksenine etrafında döndürülmesiyle oluştuğunu belirlemesi türünde sorular bulunmaktadır.	Aşağıda verilen fonksiyon grafiğinin x eksenine etrafında döndürülmesiyle oluşacak şekli işaretleyiniz. 

Zihinde Döndürme Testi (Sezen Yüksel ve Bülbül, 2015)	Üniversite düzeyindeki öğrencilere yönelik geliştirilen test 32 maddeden oluşmaktadır. Öğrencilerden verilen şekillerin x, y ve z eksenleri boyunca farklı açılarla döndürülmeleri sonucunda oluşan şekli belirlemeleri istenmektedir.	Aşağıdaki soruları yanda verilmiş olan şekle göre cevaplayınız.  Yukarıda verilen şeklin x eksenini etrafında 45° döndürülmesiyle oluşan şekil aşağıdakilerden hangisidir? a)  b)  c)  d) 

Tablo 2.1’de verilen testler dışında Minnesota Kağıt Kaplama Testi [Minnesota Paper Form Board (MPFB)] (Likert, 1970) ve Gömülü Şekiller Testi [Group Embedded Figures (GEF)] (Oltman ve diğerleri, 1971) testleri öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmekte olup 2 boyutlu şekilleri içermektedir (Sorby, 1999). Eliot ve Smith (1983), Guay (1977) tarafından geliştirilen Uzamsal Görselleştirme Testi: Görünümler’in değiştirilmiş bir versiyonunu geliştirmiştir. Test 24 sorudan oluşmaktadır ve üç boyutlu bir nesneyi hayal edilen bir perspektiften görselleştirme yeteneğini değerlendirmektedir.

Aşağıda uzamsal yeteneğin bu çalışma için belirlenen bileşenleri için geliştirilen testleri gösteren özet bir tablo verilmiştir.

Tablo 2.2 Uzamsal Yetenek Bileşenlerine göre Geliştirilen Testler

Uzamsal Yetenek Test Bileşeni	Testi Geliştiren Araştırmacı(lar)
Uzamsal Görselleştirme	Zihinde Kesme Testi CEEB (1939)
	Kağıt Katlama Testi French ve diğerleri (1963)
	Minnesota Kağıt Kaplama Testi Likert (1970)
	Kağıt Katlama Testi Ekstrom ve diğerleri (1976)
	Yüzey Kaplama Test Ekstrom ve diğerleri (1976)
	Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Oluşturma Guay (1977)
	Monash Uzamsal Görselleştirme Testi Wattanawaha (1977)
	Kağıt Katlama Testi Kyllonen ve diğerleri (1984)
	Zihinde Kesme Testi Fay ve Quaiser-Pohl (1999); Quaiser-Pohl ve Fay (2000)
	Kesit Yüzeyi Testi Cohen ve Hegarty (2012)
Uzamsal Görselleştirme Testi	Sezen Yüksel ve Bülbül (2014)

Uzamsal İlişkiler	Gömülü Şekiller Testi		Oltman ve diğerleri (1971)
	Diferansiyel Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler		Bennett ve diğerleri (1973)
	Kart Çevirme Testi		Ekstrom ve diğerleri (1976)
	Küp Karşılaştırma Testi		Ekstrom ve diğerleri (1976)
	Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürmeler		Guay (1977)
	Saklı Şekiller Grup Testi		Witkin ve diğerleri (1977)
	Zihinde Döndürme Testi		Vandenberg ve Kuse (1978)
	Wheatley Uzamsal Yetenek Testi		Wheatley (1978)
	Resim Döndürme Testi		Quaiser-Pohl (2003)
	Zihinde Döndürme Testi		Sezen Yüksel ve Bülbül (2015)
Uzamsal Yönelim	Guilford-Zimmerman Uzamsal Yönelim Testi		Guilford ve Zimmerman (1948)
	Money Yön Algısı Yol Haritası Testi		Money ve diğerleri (1965)
	Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Görünümler		Guay (1977)
	Perspektif Alma/Uzamsal Yönelim Testi		Kozhevnikov and Hegarty (2001); Hegarty ve Waller (2004)
	Santa Barbara Yön Algısı Ölçeği		Hegarty, Richardson, Montello, Lovelace ve Subbiah (2002)

Tablo 2.2’de verilen uzamsal yetenek testlerinin dışında bazı uzamsal yetenek testlerinde birden fazla bileşeni içeren sorular yer almaktadır. Örneğin, 2 Boyutlu Geometri Uzamsal Görselleştirme Testi’nde (Olkun, 2003b) yer alan uzamsal ve uzamsal-sayısal bölümündeki sorular uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni; zihinde döndürme bölümündeki sorular uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler bileşeni ile ilgilidir (Olkun, 2003c; Olkun ve Altun, 2003). Lappan ve diğerleri (1981)

tarafından ortaokul düzeyindeki öğrenciler için matematik projesi kapsamında geliştirilen Uzamsal Görselleştirme Testi'nde küp sayma, 2D'den 2D'ye görselleştirme, 2D'den 3D'ye ve 3D'den 2D'ye görselleştirme, şekli zihinde ayırıştırma, zihinde bütünleme, zihinde döndürme ile ilgili sorular bulunmaktadır. Sorular ağırlıklı olarak uzamsal yönelim yeteneği ile ilişkili olup yapıların farklı yönlerden görünüşleri ile ilgilidir. Ayrıca uzamsal görselleştirme ve uzamsal görselleştirme bileşeni ile ilgili sorular da yer almaktadır (Olkun, 2003a).

2.4 3 Boyutlu Geometrik Düşünme

Presmeg (2006), 3 boyutlu geometri araştırma alanının ihmal edildiğini ve uzamsal yetenek ile 3 boyutlu geometrik düşünme arasında bir bağlantı kurmaya yönelik araştırmaların sayıca az olduğunu ve genellikle sonuçsuz kaldığını belirtmektedir. Ayrıca, 3 boyutlu geometri öğretimi çoğu matematik müfredatında çok az dikkat çekmektedir (Battista, 1999). Bu nedenle, 3 boyutlu geometriyi öğrenme ve öğretme üzerine kabul edilmiş bir teori ya da öğrencilerin 3 boyutlu düşünceleri üzerine iyi bir bilgi birikimi yoktur (Pittalis ve Christou, 2010).

Matematik eğitimi araştırmaları, 3 boyutlu geometrik düşünmede görselleştirme süreçlerinin rolünü vurgulamaktadır (Presmeg, 2006). Duval'ın (1998) bilişsel modeli, geometrik düşüncenin görselleştirme, inşa etme ve akıl yürütme süreçlerini içerdiğini savunmaktadır ve geometrik düşüncenin gelişiminde geometrik ifadenin görsel temsilinin rolüne işaret etmektedir. Fischbein (1993) geometrik düşüncenin geometrik bir şekil ile geometrik bir kavram arasındaki diyalektik ilişki ile nitelendirildiğini öne sürerek, geometrik kavramların şekilsel özelliklerinin önemini vurgulamıştır. Gutierrez (1992) de benzer şekilde, 3 boyutlu geometride, görselleştirme süreçlerinin önemini vurgulamıştır. Duval, Fischbein ve Gutierrez farklı terminoloji kullanmış olsalar da, görselleştirme işlemlerinin geometrik düşünmedeki önemini ortaya koymuşlardır (Pittalis ve Christou, 2010).

3 boyutlu geometri üzerine yapılan çalışmalar genel olarak öğrencilerin bu konudaki yeteneklerine ve doğrudan okul müfredatında yer alan görevlere odaklanmaktadır (Gutierrez, Lawrie ve Pegg, 2004). Bu yetenekler, 3 boyutlu nesnelerin farklı temsillerinin birbirine dönüşümünü, açınımların tanımlanmasını ve oluşturulmasını, küp

dizilimlerinin uzamsal yapılanmasını, 3 boyutlu katıların ve elemanlarının tanımlanmasını, 3 boyutlu nesnelerin yüzey alanının ve hacminin hesaplanmasını ve uzaydaki geometrik nesnelerin tanınmasını içermektedir (NCTM, 2000).

3 boyutlu geometri düşünmenin yapısını açıklamak amacıyla 3 boyutlu geometri kavramları ile ilgili çeşitli akıl yürütme türleri bir araya getirilerek 3 boyutlu geometri akıl yürütme türleri önerilmiştir. Burada “akıl yürütme” kavramı, problem çözmede uygulanabilir bir araç olarak işlev gören ve verilen bilgilerin ötesine geçmemizi sağlayan bir dizi süreç ve yeteneği ifade etmektedir (Pittalis ve Christou, 2010). Bu çalışmada 3 boyutlu geometride ve uzamsal yeteneklerde tanımlanmış akıl yürütme türlerinin farklı yapılar olarak modellendiği kabul edilmiştir ve literatürden yola çıkarak, 3 boyutlu geometrik düşünmede Pittalis ve Christou (2010) tarafından belirlenen dört tip akıl yürütme becerisi ele alınmıştır. Birinci tür akıl yürütme, 3 boyutlu nesnelerin gösterimlerini ifade eder; ikinci tür akıl yürütme uzamsal yapılanma, üçüncüsü matematiksel özelliklerin kavramsallaştırılması ve dördüncüsü 3 boyutlu geometride ölçme ile ilgilidir.

Yukarıda açıklanan dört akıl yürütme türüne temel oluşturan üç temel bilişsel süreç, 3 boyutlu şekillerde geometrik özelliklerin anlaşılması, öğrencilerin mevcut 3 boyutlu şekillerin özelliklerini yeni öğrendikleri 3 boyutlu şekillerde uygulama konusundaki bilgi birikimi ve 3 boyutlu şekillerin temsilde kullanılan kuralların düzenlenmesi ile ilgilidir. Aslında bu bilişsel süreçler, 3 boyutlu geometrik düşünme ile uzamsal yetenek arasındaki en önemli farkı temsil etmektedir. Örneğin, bir nesnenin zihinde döndürülmesinde dikkat çeken bilişsel süreç uzamsal ilişkilerin algısıdır. Ancak, bir 3 boyutlu şeklin açınımının oluşturulmasındaki iki tamamlayıcı dikkat çeken bilişsel süreç, 3 boyutlu şeklin açınımının oluşturulmasında ve geometrik özelliklerinin birleştirilmesinde uzamsal ilişkileri kavramaktır (Pittalis ve Christou, 2010). Bir başka bakış açısıyla, Owens ve Barraclough (2001), 3 boyutlu düşünme için üç boyutlu nesneler hakkında uzamsal düşünme ifadesini kullanmıştır.

“Üç boyutlu nesnelerin gösterimleri”, 3 boyutlu bir nesneyi çizmek, ortogonal görünümüne göre bir nesnenin 3 boyutlu görünümünü oluşturmak, bir temsil modundan diğerini tanımak ve açınımları tanımak ve oluşturmak gibi çeşitli 3 boyutlu geometrik durumlarda gereklidir. 3B nesnelerin gösterimleri akıl yürütme türü kapsamlı özellikleri

içermesinden dolayı genel bir faktör olduğu ve iki faktör içerdiği Pittalis ve Christou (2010) tarafından yapılan faktör analitik çalışmada gösterilmiştir. Bu faktörler a) 3 boyutlu nesnelerin farklı gösterimlerini birbirine dönüştürme ve b) 3 boyutlu nesnelerin açınımlarını tanıma ve oluşturma şeklindedir.

İkinci akıl yürütme türü “uzamsal yapılanma” olarak ifade edilmiştir. Öğrencilerin 3 boyutlu küp dizilimlerini oluşturma ve düzenleme, bir şekil içine sığacak küpleri sayma gibi çeşitli görevlerdeki yeteneklerini tanımlayan bir faktörden oluşur.

“3 boyutlu nesnelerin özelliklerinin kavramsallaştırılması” şeklinde belirlenen üçüncü akıl yürütme türü, ortamdaki veya 2 boyutlu çizimlerdeki katı maddelerin tanınması, 3 boyutlu nesnelerin yapısal elemanlarının ve özelliklerinin farkedilmesi, 3 boyutlu nesnelerin yapısal elemanlarının (köşe, yüz ve kenar sayısı) ve nesne özelliklerinin karşılaştırılması, 3 boyutlu şekillerle özellikleri arasındaki ilişkileri kavrama gibi becerilerin bir sentezidir. Bu nedenle, bu akıl yürütme türü, a) 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini tanıma ve b) 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini karşılaştırma şeklinde iki faktörden oluşmaktadır.

“3 boyutlu geometride ölçme” olarak ifade edilen dördüncü tür akıl yürütme türü, öğrencilerin 3 boyutlu nesnelerin yüzey alanını hesaplamak ve formülleri kullanmadan hacmini algılamak gibi çeşitli ölçüm görevlerindeki yeteneklerini tanımlayan bir faktörden oluşur. Ölçme uzamsal yapılanma ile yakından ilişkili olmasına rağmen iki ayrı akıl yürütme türü olarak düşünülmüştür. Çünkü uzamsal yapılanma nesnelerin 3 boyutlu dizilerinin zihinsel yapılanması ve manipülasyonu ile ilgili iken küplerin sayılması ile ilgili değildir (Pittalis ve Christou, 2010).

Aşağıda 3 boyutlu geometrik düşünme için tanımlanan dört tür akıl yürütmenin teorik temeli açıklanmıştır.

2.4.1 3 Boyutlu Nesnelerin Gösterimleri

Uzay geometrisinde nesneler farklı yollar ile gösterilebilir. Ancak her bir gösterimin kendine has özellikleri ve kısıtlamaları vardır. Gösterimleri kullanmanın ilk yolu ikonik görselleştirmedir. Bu durumda çizim gerçek bir fiziksel nesnedir. Bütün özellikleri bu şekil ile ilgilidir ve bu yüzden nokta, çizgiler gibi temel elemanları üzerinde çalışmak zordur. Ayrıca örneğin yeni fiziksel modellerin oluşturulması çok zaman alır. Bu

gösterimde iki çizginin kesişip kesişmediğini veya bir noktanın düzlemde olup olmadığını ek bilgi olmadan bilmek çoğu zaman mümkün değildir. Diğer yol ise, resmin çizim tarafından temsil edilen teorik bir nesne olarak analiz edildiği ikonik olmayan görselleştirmedir. Uzay geometride ikonik görselleştirme başarısız olur ve nesneleri başka yollarla analiz etmek gerekir (Mithalal, 2010). Bu bilgilerden hareketle, bu çalışmada ikonik olmayan görselleştirme türü kullanılarak 3 boyutlu geometrik düşünme için belirlenen akıl yürütme türlerinden “3 boyutlu nesnelerin gösterimleri” akıl yürütme türü ele alınmıştır. Bu akıl yürütme türü başlığı altında “3 boyutlu nesnelerin farklı gösterimlerini birbirine dönüştürme” ve “3 boyutlu nesnelerin açınımlarını tanıma ve oluşturma” becerileri incelenerek öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri değerlendirilmiştir.

2.4.1.1 3 Boyutlu Nesnelerin Farklı Gösterimlerini Birbirine Dönüştürme

Düzlemsel yani iki boyutlu gösterimler, okul matematiğinde 3 boyutlu geometrik nesneleri göstermek için en sık kullanılan temsil türüdür ve bazen öğretim sürecinde öğrenciler tarafından gerçek nesnelermiş gibi düşünülür (Berthelot ve Salin, 1998). Çünkü çocuklar hatta yetişkinler, 3 boyutlu nesneleri çizmekte ve uzayda paralel ve dikey çizgileri temsil etmekte büyük zorluklar yaşamaktadır (Gutiérrez, 1992; Ma ve diğerleri, 2009). Duval (1998), 3 boyutlu bir nesnenin 2 boyutlu bir şekil aracılığıyla temsil edilmesinin geleneksel fakat genel olarak başarısız bir yol olduğunu savunmaktadır. Çünkü 3 boyutlu nesnelerin 2 boyutlu çizimlerinde açıkça belirlenmiş kurallar kullanmaya ve bunları yorumlamaya ihtiyaç vardır. Aksi takdirde öğrenciler bir çizimi yanlış okuyabilir ve şeklin 2 boyutlu veya 3 boyutlu bir nesneyi temsil edip etmediğini anlayamayabilir (Parzysz, 1988).

Bishop (1980), 3 boyutlu geometrik düşünme ile ilişkili olarak görsel yetenekler için şekilsel bilgiyi yorumlama ve görsel süreç terimlerini tanımlamıştır. Şekilsel bilgiyi yorumlama “geometrik işlerde, grafiklerde, çizelgelerde ve şemalarda kullanılan görsel temsilleri ve uzamsal kelimeleri anlama” anlamına gelmektedir. Şekilsel bilgiyi yorumlama, 3 boyutlu geometride, farklı 3 boyutlu nesnelerin gösterim türlerinin yorumlanmasında uygulanabilir bir araç olarak ve özellikle 3 boyutlu nesnelerin çizim düzenini yorumlamakta kullanılabilir. Görsel süreç, “görsel temsillerin ve görsel görüntülerin birbirine dönüştürülmesi ve soyut ilişkilerin görselleştirilmesi” ni

içermektedir. Görsel süreç, 3 boyutlu nesnelerin temsil türlerini oluşturmak ve bir temsil türünü diğerine çevirmek için 3 boyutlu geometride kullanılabilir.

2.4.1.2 3 Boyutlu Nesnelerin Açınımlarını Tanıma ve Oluşturma

Üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu açınımları ile temsil edilmesi, öğrencilerin görsel görüntüleri birleştirme ve analiz etme, diğer bir deyişle, bir nesneyi bileşen parçalarına göre analiz etme ve sonra bu parçaları birleştirme becerisiyle doğrudan ilgilidir (Brown ve Wheatley, 1997). Özel olarak, Mariotti (1989), bir açının yapılmasının, nesnenin bir bütün olarak zihinsel temsili ile bileşen parçalarının ayrıştırılması arasındaki koordinasyonu sağladığını savunmaktadır. 3 boyutlu nesnelerin açınımlarını oluşturma, öğrencilerin her iki gösterim modunda da nesnelerin bileşen parçalarına odaklanarak, 3 boyutlu nesnelerden 2 boyutlu açınımlara dönüşüm yapmalarını gerektirir (Potari ve Spiliotopoulou, 2001). 3 boyutlu nesne algısından açınım algısına geçiş, nesnenin farklı bakış açılarını koordine eden uygun bir zihinsel eylemin etkinleştirilmesini gerektirir. Çünkü açınımların görselleştirilmesi öğrencilerin sahip olmadığı zihinsel süreçleri içerir ve uygun bir öğretim yoluyla geliştirebilir (Cohen, 2003).

2.4.2 Uzamsal Yapılanma

Uzamsal yapılanma, Battista ve Clements (1996) tarafından, bir nesne ya da nesne kümesi için bir yapı oluşturma zihinsel eylemi olarak tanımlanmıştır. Uzamsal olarak bir nesneyi yapılandırmak; uzamsal bileşenlerini tanımlamak, uzamsal parçalarını birleştirmek ve ardından bütün ve parçalar arasında karşılıklı ilişkiler kurmak anlamına gelir. Örneğin, kenar uzunluğu 5 birim olan bir küpü uzamsal bir şekilde yapılandıran öğrenciler, bu küpün tabanını örtmek için 25 küp içine sığacak şekilde 25 birim büyüklüğünde küplerin gerekli olduğunu anlar (Pittalis ve Christou, 2010).

Battista ve Clements (1996) uzamsal yapılandırmanın geliştirilmesinin basit bir süreç olmadığını ve birçok ortaokul öğrencisinin uzamsal yapılanma görevinde başarısız olduğunu iddia etmiştir. Bunun sebebini de öğrencilerin bir kutuya sığacak küpleri saymada yaşadıkları zorluklar, uzamsal yapılanmanın olmaması ve yapının farklı gösterimlerini koordine edip bütünleştirememesi olarak açıklamaktadır.

Pittalis ve Christou (2010), uzamsal yapılanma akıl yürütme türü altında küplerin 3 boyutlu dizilimlerini oluşturma görevlerine yer vermiştir. Küplerin 3 boyutlu dizilimlerinin sayılması ile ilgili görevler birçok okul ders kitabında görülmektedir. Örneğin, birim büyüklükteki küplerden oluşan küplerin görüntüleri öğrencilere hacim kavramını tanıtmak için kullanılmaktadır (Ben-Chaim ve diğerleri, 1989).

2.4.3 3 Boyutlu Nesnelerin Özelliklerinin Kavramsallaştırılması

3 boyutlu nesnelerin özelliklerinin kavramsallaştırılması akıl yürütme türü, 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini tanıma ve karşılaştırma yeteneği olarak iki ayrı bileşen şeklinde ele alınmıştır. Ancak bu akıl yürütme türünün teorik temelleri açıklanırken her iki bileşen birlikte verilmiştir.

3 boyutlu bir nesnenin özelliklerini anlamak, 3 boyutlu yapıların karakteristik bölümlerini, aynı veya farklı yapısal bölümleri arasındaki karşılaştırmalı ilişkilerini ve nesnenin elemanlarının birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamak demektir (Markopoulos, 2003). Her ne kadar 3 boyutlu bir yapının temel yapısal parçaları hemen hemen aynı olsa da, bu parçaların özel özellikleri, farklı 3 boyutlu yapı türleri arasında değişiklik göstermektedir (Gutiérrez, 1992). Sonuç olarak, herhangi bir 3 boyutlu geometrik şekil aynı parçalardan oluşsa da, büyüklükleri, sayıları ve şekilleri, her yapının özel farklılıklarını tanımlar. Örneğin, bir 3 boyutlu geometrik şeklin yüzleri bileşen parçalarını oluşturur, fakat bunların büyüklükleri, sayıları ve her yüzün şekli, yapının tipini tanımlar. Çünkü bileşen parçaların özellikleri de 3 boyutlu şeklin kendisinin özellikleridir. Öğrenciler, bir 3 boyutlu şeklin her bir paradigmasının, kendisinden ayrıştırılan bileşen parçalarının özelliklerine ve birleşik bir yapı olarak kendi özelliklerine dayalı olarak bir dizi değişen ve değişmeyen geometrik özelliğe sahip olduğunu anlamalıdır (Pittalis ve Christou, 2010).

2.4.4 3 Boyutlu Geometride Ölçme

3 boyutlu geometrik düşünme için tanımlanan akıl yürütme türleri arasında dördüncü olarak tanımlanan ölçmedir. Bu akıl yürütme türü 3 boyutlu nesnelerin hacimlerini ve yüzey alanlarını hesaplama becerisi ile ele alınmıştır.

Üç boyutlu geometrik düşünme, bir nesnenin hacmini ve yüzey alanını hesaplama kabiliyetine yakından bağlıdır (Pittalis ve Christou, 2010). Araştırma sonuçları, öğrencilerin bir katının hacmini veya yüzey alanını hesaplamak için gereken formüllere ve sayısal işlemlere odaklandığını ve birim ölçülerin yapısını tamamen göz ardı ettiğini göstermiştir (Owens ve Outhred, 2006). Battista (2003), öğrencilerin bir nesnenin hacim ve yüzey alanını kavramsal olarak hesaplamak için iki gerekli beceri geliştirmesi gerektiğini savunmaktadır: (a) sayısal işlemlerin kavramsallaştırılması ve formüller ile nesnenin yapısı arasında bağlantı kurulması, (b) nesnenin içyapısının anlaşılması ve görselleştirilmesi. Örneğin, bir kutuya sığacak küpleri sayma yeteneği, nesnenin hacminin nasıl hesaplandığının anlaşılmasına katkıda bulunabilir (Battista, 1999).

2.4.5 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerisi ile İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin 3 boyutlu geometrik düşüncelerine yönelik geliştirilen ölçme araçlarına ve 3 boyutlu geometrik düşünceleri içerisinde yer alan akıl yürütme türleri ile ilişkili becerilerin gelişimi ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Owens ve Barraclough (2001), ilköğretim öğrencileri için kapsamlı bir 3 boyutlu düşünme testi olmadığını belirterek yeni bir test geliştirmiştir. İlköğretim öğrencilerinin kullanması muhtemel uzamsal yeteneklerini yeterince karşılayan ve daha çok matematiksel sınıf aktiviteleri ile ilişkili maddelerden oluşan bir test oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, Eliot ve Smith (1983) ve Tartre (1990) tarafından önerilen 2 boyutlu ve 3 boyutlu nesneler arasındaki ayrımı kabul edecek şekilde üç boyutlu becerilere odaklanmışlardır. 265 öğrenciden elde edilen verilerin analizi, çoğu maddenin iç tutarlılığının ve geçerliliğinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Pittalis ve diğerleri (2009), 5-9. sınıf düzeyinde öğrencilere yönelik 6 türde üç boyutlu geometrik düşünme yeteneğini ölçen ve 27 görevden oluşan bir 3 boyutlu geometri düşünme testi geliştirmişlerdir. Doğrulamalı faktör analizi çalışmaları ile 3 boyutlu geometrik düşünme için belirledikleri düşünme türleri ile iyi derecede uyum gösteren bir test elde etmişlerdir.

Özet olarak, Owens ve Barraclough (2001) ve Pittalis ve diğerleri (2009) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik 3 boyutlu geometrik düşünme testleri geliştirilmiştir.

Olkun ve Sinoplu (2008), 4. ve 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, öğrencilerinin birim küpleri ve üçgen prizmaları kullanarak oluşturdukları oyuncakların onların 3 boyutlu cisimleri anlamalarını geliştirdikleri sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, öğrencilerin resimlerde gördükleri yapıları birim küpler kullanarak kendilerinin oluşturmaları yapılar ile elemanları arasındaki uzamsal ilişkiyi keşfetmelerini sağlamıştır. Ayrıca araştırma sonunda bu aktivitelerin öğrencilerin hacim formülünü kendilerinin keşfetmelerine yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Topbaş Tat ve Bulut (2009) araştırmalarında, yedinci sınıfta okuyan 10 öğrenciye yumurta tangramı ve tangram parçalarından çeşitli şekiller oluşturmayı gerektiren etkinlikler uygulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre yumurta tangram etkinlikleri çember konusunun öğretiminde etkili bir yöntem olarak kullanılabilmektedir.

Olkun ve Sinoplu (2008), Topbaş Tat ve Bulut (2009) araştırmaları sonucunda somut materyal destekli uygulamaların öğrencilerin 3 boyutlu geometrik akıl yürütmelerinin gelişimi üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir.

McClurg ve diğerleri (1997), 6-9. sınıflardaki 7 erkek 5 kız olmak üzere toplam 12 öğrenci ile araştırmasını gerçekleştirmiştir. “HyperGami” bilgisayar programı aracılığıyla gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları, bilgisayar destekli öğretimin katılımcıların 3 boyutlu katı cisimlerin çizimlerini tanıma yeteneğini kazandıklarını göstermiştir.

Christou ve diğerleri (2007), geliştirdikleri dinamik geometri yazılımının (Cubix Editor) ortaokul öğrencilerinin 3 boyutlu matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağlayacağını belirtmektedir.

Lin ve diğerleri (2011), tablet bilgisayar için hazırladıkları sanal tangram oyununun altıncı sınıf öğrencilerinin uzaydaki şekilleri anlamalarını ve geliştirmesini sağladığı sonucunu elde etmişlerdir.

McClurg ve diğerleri (1997), Christou ve diğerleri (2007) ve Lin ve diğerleri (2011) araştırmaları sonucunda bilgisayar destekli uygulamaların öğrencilerin 3 boyutlu geometrik akıl yürütmelerinin gelişimi üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir.

2.5 Öğrenme Yaklaşımları

Eğitim alanında yapılan çalışmalarda öğrenmenin nasıl gerçekleştiği en temel sorulardan birisidir. Araştırma sonuçları öğrencilerin her birinin öğrenmede farklı yollar izlediklerini ortaya koymuştur (Çolak ve Fer, 2007) dolayısıyla bireysel farklılıklar öğrenmede önemli rol oynamaktadır (Çelikten, 2005). Bireysel farklılıkların içerisinde öğrenme yaklaşımları, motivasyon, biliş ve kaygı gibi faktörler sayılabilir (Zhang, 2000). Öğrenme yaklaşımları dikkate alınması gereken önemli bireysel farklılıklardan biridir ve öğrencilerin motivasyonlarıyla, öğrenirken kullandıkları kendileri için uygun stratejiler ile ilgilidir (Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu, 2012).

Newble ve Entwistle'e (1986) göre, öğrenme yaklaşımı öğrencinin niyetine bağlı olarak ortaya çıkan yönelimdir ve öğrenmenin niceliğini ve niteliğini belirlemektedir. Biggs (1987), öğrenme yaklaşımları kavramının öğrencinin öğrenme konusunu ele alırken niyetini ve bilgiyi işleme biçimini ifade ettiğini belirtmektedir. Ramsden' e (1988) göre öğrenme yaklaşımı, öğrenci ile ona öğrenme ortamında verilen görev arasındaki etkileşimdir (akt. Fry, Ketteridge ve Marshall, 2003). Yani, farklı ortamlarda öğrenme farklı şekillerde gerçekleşebilir. Konunun içeriği, zorluk derecesi, dersin işleniş süresi, öğrencide merak uyandırıp uyandırmaması gibi faktörlere göre öğrenci bazen derinlemesine bazen de yüzeysel yaklaşımını tercih edebilir (Marshall ve Case, 2005).

Zhang (2000) ve Richardson (2003) öğrenme yaklaşımları ile çalışma stratejileri kavramlarını birlikte kullanmış ayrıca öğrenmeye yönelik güdü/motivasyon ile ilişkilendirme yapmıştır. Bu araştırmalarda güdü ya da motivasyon olarak geçen kavram ile öğrencilerin öğrenmeyi neden istedikleri, strateji ile nasıl öğrendikleri ifade edilmektedir.

Ekinci (2009) öğrenme yaklaşımlarının bireyin bir konuyu öğrenirken niyetine (anlam arama, ezberleme, başarılı olma isteği) bağlı olarak gösterdiği eğilimi belirttiğini ifade etmektedir. Diseth ve Martinsen (2003) öğrenme yaklaşımlarını bir öğrenme durumu ile karşılaşıldığında harekete geçiren etkendeki bireysel farklılıklar olarak tanımlamaktadır.

Öğrenme yaklaşımları tanımları genel olarak ele alındığında dikkat çeken nokta, öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin önceki yaşantılarından getirdikleri çalışma alışkanlıkları olmasına karşılık duruma özgü olmasıdır yani öğrenci niyetinin öğrenme ortamına ve işin doğasına bağlı olarak değişim gösterebilmesidir. Dolayısıyla öğrenme

ortamı düzenlenerek, öğrencinin niyetini ve başarısını etkilemenin mümkün olabileceği düşünülmektedir (Cuthbert, 2005).

Öğrenme stili, yetenek-benzeri boyutlara hitap ederken, öğrenme yaklaşımı terimi, kişini motivasyonuna, alınan dersin niteliğine, konuya ve aynı zamanda diğer değişkenlere bağlı olarak farklı öğrenme yollarını seçebileceği anlamına gelir (Matic, Matic ve Katalenic, 2013). Öğrenme yaklaşımlarının öğrenme stillerinden diğer farkı öğrenenin kişilik özelliklerinden sınırlı da olsa etkilenmekle birlikte bir kişilik özelliği olmamasıdır. Öğrenme stilleri değişmeyen kişilik özelliği olarak görülmemekte ancak kalıcı kişilik örüntüleri olarak kabul edilmektedir. Öğrenme stillerinde bu kalıcı kişilik örüntüleri öğrenenin çevresiyle etkileşimi sonucunda süreklilik kazanmaktadır (Demirel, 2000). Öğrenme yaklaşımları ise öğrenenin geçmişten gelen değişik çalışma alışkanlıkları olmasına karşılık daha çok duruma özgüdür (Trigwell ve Prosser, 1991). Ramsden (2000) öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin hem önceki deneyimlerine hem de öğrenme ortamına bağlı olduğunu belirtip, bunları birbirinden ayırt etmenin zor olduğunu ifade etmektedir. Smith ve Ragan (1999) bireylerde cinsiyet, zeka, öğrenme stilleri gibi özelliklerin değişmez olduğunu; ancak öğrenme yaklaşımları, öz yeterlik inancı, ön bilgi ve güdülenme düzeyi gibi özelliklerin değişebileceğini belirtmektedir.

Özellikle 1970’li yıllardan itibaren öğrenme yaklaşımları ile ilgili çalışmalar artmaya başlamıştır. Marton ve Saljo (1976a, 1976b) öğrenme yaklaşımları çalışmalarına önderlik etmektedir. Araştırmacılar derinlemesine ve yüzeysel olmak üzere iki tür öğrenme yaklaşımı ortaya koymuşlardır (Biggs, Kember ve Leung, 2001). Bu ikiye ayrılmanın öğretimin değerlendirilmesinde çok yararlı olduğu düşünülmektedir çünkü hangi öğretimin geliştirilebileceğine dair parametrelerin elde edilmesini sağlamaktadır. Özellikle bu amaçlar için, öğrenme yaklaşımı terimi, öğrenme stili teriminden daha uygundur (Matic, Matic ve Katalenic, 2013). Öğrenme yaklaşımları kavramı ilk olarak, öğrencilerin bir okuma parçasını nasıl anladıkları ve öğrenme işine nasıl giriştikleri üzerine yaptıkları çalışmaları ile Marton ve Saljo tarafından ortaya konulmuştur (Biggs, Kember ve Leung, 2001). Araştırmacılar, araştırmanın sonunda derinlemesine ve yüzeysel olmak üzere iki tür öğrenme yaklaşımı önermişlerdir. Derinlemesine yaklaşımda öğrenciler verilen metindeki anlamı anlamaya çalışıp, içeriğe odaklanmıştır. Ayrıca yazarın görüşleri ile kendi bilgi ve deneyimlerini ilişkilendirerek aktif olarak iletişimde bulunmuşlardır. Yüzeysel yaklaşımda ise öğrenciler kendilerine

yöneltilceğini bekledikleri soruları düşünüp ezbere öğrenme stratejisini kullanarak dikkatlerini okudukları metnin kendilerine önemli gelen noktalara yöneltmişlerdir. (Ünal Çoban ve Ergin, 2008). Özel olarak bir öğrenci daha başarılı olmak için hem derinlemesine hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını eş zamanlı kullanabilir (Newble ve Entwistle, 1986). Bu düşünce doğrultusunda Ramsden (1979) “stratejik yaklaşım” olarak üçüncü yaklaşım türünü ortaya koymuştur. Bu çalışmada da öğrenme yaklaşımları derinlemesine, yüzeysel ve stratejik öğrenme yaklaşımları olarak ele alınmış ve aşağıda bu öğrenme yaklaşımı türlerinin özellikleri açıklanmıştır.

2.5.1 Öğrenme Yaklaşımı Türleri

2.5.1.1 Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı

Derinlemesine öğrenme yaklaşımında yeni karşılaşılan durumları eski bilgilerle ve tecrübelerle eleştirel olarak ilişkilendirerek öğrenmeye yönelme ve anlamaya odaklanma vardır (Ng ve Ng, 1997). Örneğin matematik konuları için ele alındığında derinlemesine öğrenme yaklaşımı elde edilen bilginin nereden geldiğini anlamak ve konunun kullanım alanlarını bilmek ve aralarında ilişki kurmaktır (Darlington, 2011). Derinlemesine öğrenme yaklaşımına sahip olanlar öğrenecekleri konuya önem verirler ve öğrenmeye karşı pozitif tutuma sahiptirler (Biggs, 1999). Byrne, Flood ve Willis (2001) derinlemesine öğrenme yaklaşımını öğrenmeye karşı istekli olma, konunun içeriği ile yoğun bir şekilde ilgilenme, önceden öğrenilen bilgiler ile yeni öğrenilen bilgiler arasında ilişki kurma, kavramları günlük hayat tecrübeleri ile ilişkilendirme, olaylar ile sonuçları arasında bağlantı kurma ve konunun mantığını inceleme eğilimi olarak tanımlamıştır. Derinlemesine öğrenen öğrenciler; öğrendikleri yeni bilgileri daha önceki bilgi ve deneyimleriyle ilişkilendirir (Offir, Lev ve Bezalel, 2008) öğrendikleri bilgilerden çıkarımlarda bulunur, elde ettiği sonuçları birbirleriyle ilişkilendirir ve kontrol eder yani anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirirler, elde ettiği ürünü eleştirel olarak gözden geçirir (Beattie, Collins ve McInnes, 1997) ve konunun uzmanları ile tartışır (Beydoğan, 2007). Derinlemesine öğrenen öğrenciler öğreneceği konu ile ilgili etkinliklere aktif olarak katılır (Beydoğan, 2007) ve çalışmaktan zevk alırlar (Lucas, 2001).

2.5.1.2 Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı

Yüzeysel öğrenme yaklaşımında bir bilginin diğer bir bilgi ile ilişkisini düşünmeden ezberlemeye odaklanma vardır (Trigwell ve Prosser, 1991). Öğrenenler dış faktörlerin etkisinden dolayı öğrenme etkinliklerini gerçekleştirirler (Ramsden, 2000), öğrenmeyi dışarıdan dayatılan bir görev olarak düşünürler (Lucas, 2001) ve etkinlik üst düzey bilişsel faaliyetleri gerektirse bile düşük düzeyli bilişsel faaliyetleri gerçekleştirmeye yatkındırlar (Biggs, 1999). Yüzeysel öğrenme yaklaşımında verilen bir görevin gerektirdiklerini tamamlama eğilimi, sınavlarda geçmek için gerekli bilgiyi ezberleme, örnekleri kurallardan ayırt etmede başarısızlık, öğrenmeyi dışsal yükleme olarak düşünme, bütünlük kurmadan ayrı ayrı parçalara odaklanma eğilimi vardır (Byrne, Flood ve Willis, 2001). Yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrenciler, verilen bir görevi yerine getirecek kadar çalışırlar, belirli bir amaca yönelik bilinçli bir çaba göstermezler, gereksiz bilgi parçacıkları ile fazla ilgilenirler, öğrendikleri arasında daha çok sıradan olan bilgi ve işlemleri hatırlarlar, yeni fikirleri yorumlamada zorluk çekerler, başarısızlık endişesi daha sık görülür (Beydoğan, 2007). Bu öğrenciler konuyu olduğu gibi birbirleriyle ilişkilendirmeden kopuk bilgiler şeklinde ezberlemeye çalışırlar, dersten geçmek için asgari notu almak onlar için yeterlidir (Ekinci, 2009). Dolayısıyla yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin öğrenme çıktıları düşük nitelikli olabilmektedir (Trigwell ve Prosser, 1991).

2.5.1.3 Stratejik Öğrenme Yaklaşımı

Derinlemesine öğrenme yaklaşımı her öğrenci için daima en başarılı yaklaşımdır anlamına gelmemektedir (Lonka, Olkinuora ve Makinen, 2004). Hatta yüzeysel öğrenme yaklaşımları içerisinde yer alan ezberleme teknikleri derinlemesine öğrenme için kullanılabilir (Entwistle, 1997). Örneğin matematikte bir teoremin tam olarak anlaşılması için teoremden geçen tanımların ezbere bilinmesi gerekebilir (Darlington, 2011). Özel olarak bir öğrenci daha başarılı olmak için hem derinlemesine hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını eş zamanlı kullanabilir (Newble ve Entwistle, 1986). Bu düşünce doğrultusunda Ramsden (1979) “stratejik yaklaşım” olarak üçüncü yaklaşım türünü ortaya koymuştur.

Stratejik öğrenme yaklaşımına yer veren farklı araştırmacılar bulunmaktadır (Biggs, 1979; Entwistle ve Ramsden, 1983; Newble ve Entwistle, 1986; Senemoğlu, 2011).

Stratejik yaklaşım tipini kullanan öğrenciler en yüksek notu almak için hem derinsel hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını kullanırlar ve mesleki motivasyonlarının yanında rekabete dayalı motivasyonları da yüksektir (Entwistle ve Tait, 1990). Stratejik öğrenenler derinlemesine öğrenenlerin zıttına öğrenmenin doğasından değil ortamdan etkilenecek öğrenme eğilimindedirler (Newble ve Entwistle, 1986). Bu yaklaşımı benimseyen öğrenciler, akademik başarı şanslarını arttırmak için ipuçlarının bilincindedirler, değerlendirme kriterlerinin ve değerlendirmenin nasıl yapılacağına çok farkındadırlar (Heikkila ve Lonka, 2006), zamanlarını en yüksek notu almayı sağlayacak şekilde organize ederler (McCune ve Entwistle, 2000), bu öğrencilerin yönelimlerinde değerlendirme ölçütleri etkili olmaktadır (Reid, Duvall ve Evans, 2007). Olabildiğince yüksek notlar almaya çabalarlar, çabalarını ısrarlı bir şekilde sürdürürler, öğrenmelerini kolaylaştıracak uygun materyalleri tercih ederler ve kullanırlar, çalışırken algılamalarını hızlandıracak kaynakları kullanırlar (Beydoğan, 2007). Stratejik öğrenme bulunulan bağlam doğrultusunda derinlemesine ya da yüzeysel öğrenme yaklaşımı aracılığıyla gerçekleşir. Yani stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrenciler, hangi yaklaşım onların daha yüksek not almasını sağlıyorsa onu seçer (Makinen, 2003). Dolayısıyla stratejik öğrenme yaklaşımı bu iki temel öğrenme yaklaşımına ilave olarak bir çeşit “karma yaklaşım” dır (Gijbels, Van de Watering, Dochy ve Van de Bossche, 2005).

2.5.2 Öğrenme Yaklaşımlarını Etkileyen Etmenler

Öğrenme yaklaşımlarının türlerinin yanında öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını etkileyen etmenler öğrenme yaklaşımları araştırmalarının üzerinde durduğu diğer konudur (İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013). Öğrenme yaklaşımları öğretmenin kullandığı öğretim yöntemlerine, öğrenciye karşı tutumuna, öğrencinin hazırbulunuşluk düzeyine ve konuya ilgi durumuna, değerlendirilme biçimine bağlıdır ve bu etkenlerin tümü sonucunda oluşur (Ellez ve Sezgin, 2002). Bu açıdan bakıldığında öğrenme yaklaşımı değişmez bir özellik olarak görülmemelidir. Dolayısıyla öğrenme yaklaşımı öğrencinin öğrenme durumuna tepkisi olarak değerlendirilebilir (Entwistle ve Ramsden, 1983). Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, öğretmenin derslerinde kullandığı öğretim yöntemleri ile ilişkilidir (Ellez ve Sezgin, 2002). Uygun öğretim yöntem ve stratejilerin kullanılması, nitelikli bir öğretimin gerçekleştirilmesi yani öğrenme ortamında

etkinliklerin ve değerlendirme yöntemlerinin uygun şekilde işe koşulmasıyla öğrencilerin öğrenme yaklaşımları da değişkenlik gösterebilmektedir (Webster ve diğerleri, 2009). Öğrenciler bazı öğretim yöntemleri ve değerlendirme stratejileri kullanıldığında yüzeysel öğrenmeye yönlendirilebilirler ancak derinlemesine öğrenmeye yönlendirmek o kadar kolay olmayabilir (Ramsden, Beswick ve Bowden, 1986). Trigwell, Prosser ve Waterhouse (1999) farklı öğretim yöntemleri ile öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, sınıflarında benimsedikleri öğrenme yaklaşımlarını bilgiyi aktarma olarak tanımlayan öğretmenlerin derslerine giren öğrenciler yüzeysel yaklaşımı daha çok işe koşarken; kavramsal değişimlere odaklanan öğretim yöntemlerini benimseyen öğretmenlerin derslerine giren öğrenciler anlamlı bir şekilde derinlemesine öğrenme yaklaşımını daha çok işe koşturmaktadır. Aydoğdu (2009), fen ve teknoloji dersinde kullanılan araştırmaya dayalı ve açık uçlu deney tekniklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin feni öğrenme yaklaşımlarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin feni öğrenme yaklaşımları açısından deney grupları lehine anlamlı bir farklılık vardır. Sezgin Selçuk (2010) çalışmasında, fizik eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenme yaklaşımları üzerine etkisini araştırmıştır. Üniversite birinci sınıfta okuyan öğrenciler ile gerçekleştirdiği deneysel çalışmada araştırmacı kontrol grubunda derslerini geleneksel yöntemle dayalı olarak yürütmüştür. Araştırmanın sonuçları probleme dayalı öğretimin gerçekleştirildiği sınıftaki öğrencilerin derinlemesine öğrenme yaklaşımlarında artış olurken, yüzeysel öğrenme yaklaşımlarında değişiklik olmadığını göstermektedir. Çelik (2013) probleme dayalı öğrenmenin (PDÖ) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımlarına etkisini incelemiştir. Çalışmada eşitlenmemiş ön test- son test kontrol gruplu model kullanılmış, deney grubunda dersler probleme dayalı öğrenme yöntemi ile işlenirken, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, probleme dayalı öğrenmenin farklı öğrenme yaklaşımındaki öğrencilerin fizik ders başarılarını arttırmada, geleneksel yöntemle göre daha önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin derinsel öğrenme alt boyutundan aldıkları puanlar, uygulama öncesine göre deney grubunda önemli düzeyde artmış, kontrol grubunda ise anlamlı düzeyde azalmıştır. Uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin derinsel öğrenme

puanlarının, kontrol grubu öğrencilerinin derinsel öğrenme puanlarına göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Öğrenme ortamının durumsal özellikleri yani öğrenme sürecinde ortamın özellikleri de öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını etkilemektedir. Eğer öğrenciler öğrenme ortamı ile ilgili olumlu algıya sahip olurlarsa daha çok derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimserken, olumsuz bir algıya sahip olduklarında yüzeysel öğrenme yaklaşımına yönelmektedirler (Richardson, 2003).

Öğrenenin yaşı, cinsiyeti (Can ve Boz, 2012), bireyin geçmiş yaşantıları, sınıf düzeyi, başarı düzeyi öğrenme yaklaşımlarını etkileyen etmenler arasındadır (Trigwell ve Prosser, 1991; Cuthbert, 2005; Marton ve Saljo, 1997). Yaşça büyük öğrenciler derinlemesine öğrenme yaklaşımını yaşça küçük olanlardan daha çok tercih ederken, yüzeysel öğrenme yaklaşımında tam tersi durum görülmektedir (Richardson, 1995; Sadler Smith, 1996). Öğrencilerin sınıf düzeyleri arttıkça, daha çok anlam aramaya meyillidirler, bilgiyi tekrarlama durumları daha az görülür (Senemoğlu, 2011).

Sezgin Selçuk, Çalışkan ve Erol (2007) fizik öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarında sınıf düzeyleri yükseldikçe yüzeysel öğrenme yaklaşımının daha az, derinlemesine yaklaşımının ise daha fazla tercih edildiği sonucuna ulaşmıştır. Başka bir çalışmada üniversite öğrencilerin derinlemesine öğrenme yaklaşımına ilişkin ortalama puanları sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık göstermezken, stratejik öğrenme yaklaşımına ilişkin ortalama puanları ve yüzeysel öğrenme yaklaşımına ilişkin ortalama puanları sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık göstermektedir. Stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarına göre birinci sınıfların puan ortalamaları daha yüksektir (Ekinci, 2009). Lisans öğrencileriyle yüksek lisans öğrencilerinin derinlemesine öğrenme yaklaşımları puan ortalamaları karşılaştırıldığında yüksek lisans öğrencilerinin lehine, yüzeysel öğrenme yaklaşımları puan ortalamaları arasında lisans öğrencileri lehine anlamlı fark bulunmuştur (Beşoluk ve Önder, 2010). Öğretmen adaylarının yüzeysel öğrenme yaklaşımları sınıf düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermektedir. Eğitim fakültesi birinci sınıf öğrencilerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımları puanları diğer sınıf düzeylerinden daha yüksektir. Derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih durumlarında ise anlamlı bir farklılık yoktur

(Senemoğlu, 2011). Özet olarak farklı çalışmalarda öğrenme yaklaşımlarının sınıf değişkenine göre anlamlı farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

2.5.3 Matematik Öğrenme Yaklaşımı

Öğrencilerin öğrenme tercihlerini etkileyen diğer bir etken konu alanıdır (ör. matematik, fen, sosyal bilimler) (Smith ve Miller, 2005). Dolayısıyla öğrenciler bir derste derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimserken diğer bir derste yüzeysel öğrenme yaklaşımını belirleyebilirler (Lucas, 2001). Bu bilgiden hareketle öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının genel olarak incelenmesi yerine bir alana özgü olarak değerlendirilmesinin öğrencilerin öğrenme yaklaşımları hakkında daha detaylı bilgiler verebileceği düşünülmektedir (Entwistle, 1997). Ünal Çoban ve Ergin (2008), Hacıeminoğlu, Yılmaz Tüzün ve Ertepinar (2009) ortaokul öğrencilerin feni öğrenme yaklaşımlarını incelemiştir. Gezer ve Şahin (2017) ortaokul öğrencilerinin sosyal bilgiler dersi öğrenme yaklaşımlarını ölçmek için Sosyal Bilgiler Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'ni geliştirmişlerdir. Ayrıca lise ve üniversite öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarını inceleyen çalışmalar (Cano ve Berben, 2009; Darlington, 2011; Matic, Matic ve Katalenic, 2013; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013) literatürde yer almaktadır.

Bu çalışmada öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımları için “matematik öğrenme yaklaşımı” terimi kullanılmıştır.

2.5.4 Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği Geliştirme ile İlgili Araştırmalar

Yurt içinde ve yurt dışında son yıllarda “Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği” geliştiren ve öğrencilerin genel olarak ya da özel bir alanla ilgili öğrenme yaklaşımlarını inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu başlık altında bu çalışmalar sunulmuştur.

Schmeck, Ribich ve Ramanaiah (1977) tarafından geliştirilen Öğrenme Süreçleri Ölçeği (Inventory of Learning Processes), Entwistle ve Ramsden (1983) tarafından geliştirilen Çalışma Yaklaşımları Ölçeği (Approaches to Studying Inventory), Weinstein, Schulte ve Palmer (1987) tarafından geliştirilen Öğrenme ve Çalışma Stratejileri Ölçeği (Learning and Study Strategies Inventory), Biggs (1987) tarafından üniversite öğrencileri için geliştirilen Çalışma Süreci Ölçeği (Study Process Questionnaire), yine Biggs (1987) tarafından daha alt sınıflardaki öğrenciler için geliştirilen Öğrenme Süreci

Ölçeği (Learning Process Questionnaire), Tait, Entwistle ve McCune (1998) tarafından geliştirilen Approaches and Study Skills Inventory for Students (ASSIST) ölçekleri öğrenme yaklaşımları için en çok kullanılan ölçekler arasındadır. Ayrıca öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını belirleyen ve çeşitli “Öğrenme Yaklaşımı Anketleri”ni kullanan literatürdeki diğer çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

Ellez ve Sezgin (2002) derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımı olmak üzere iki alt boyutu olan 30 maddeden oluşan öğrenme yaklaşımları ölçeği geliştirmişlerdir.

Çolak ve Fer (2007) öğrenme yaklaşımları envanterinin dilsel eşdeğerlik, güvenirlik ve geçerlik çalışmasını gerçekleştirmiştir. Kember, Biggs ve Leung (2004) tarafından lise seviyesindeki öğrenciler için geliştirilen öğrenme yaklaşımları envanterinin Türkçeye uyarlamasını yapmışlardır. Bu ölçekte derin yaklaşım ve yüzeysel yaklaşım olmak üzere iki öğrenme yaklaşımı vardır. Ayrıca derin yaklaşım, derin motivasyon ve derin strateji; yüzeysel yaklaşım, yüzeysel motivasyon ve yüzeysel strateji alt boyutlarını içermektedir. Envanter 22 sorudan oluşmaktadır. 7’si derin motivasyon ve 4’ü derin strateji olmak üzere 11 soru derin öğrenme yaklaşımı ile ilgilidir. 4 soru yüzeysel motivasyon ve 7 soru yüzeysel strateji ilgili 11 soru da yüzeysel öğrenme yaklaşımı ile ilgilidir. Envanterin çeşitli aşamalardan ve uzman görüşlerinden geçerek Türkçeye uyarlaması yapılmış ve geçerlik ve güvenirliği sağlanmıştır.

Beşoluk ve Önder (2010), Biggs, Kember ve Leung (2001) tarafından geliştirilen Çalışma Süreci Ölçeği’nin geçerlik ve güvenirlik çalışmasını gerçekleştirmiştir. Ölçek 20 madde ile iki boyuttan ve her bir boyut da ikişer alt boyuttan oluşmaktadır. Birinci boyuta derin öğrenme boyutu adı verilmiş ve derin güdü ve derin strateji alt boyutlarından oluşmaktadır. İkinci boyut, yüzeysel öğrenme boyutudur ve yüzeysel güdü ve yüzeysel strateji alt boyutlarından meydana gelmektedir. Derin öğrenme boyutu için Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.78 olarak bulunurken, yüzeysel öğrenme için 0.74’tür.

Özgür ve Tosun (2012), bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımlarını araştırmışlardır. Araştırmalarında Beşoluk ve Önder (2010) tarafından Türkçe’ye uyarlanan, 5’li Likert tipinde 20 maddelik İki Faktörlü Çalışma Süreci Ölçeği (R-SPQ-2F)’ni kullanmışlardır. Araştırma sonuçları, öğretmen

adaylarının ağırlıklı olarak derinlemesine öğrenme yaklaşımına sahip olduklarını göstermektedir.

Ellez ve Sezgin (2002), Çolak ve Fer (2007), Beşoluk ve Önder (2010), Özgür ve Tosun (2012) tarafından geliştirilen öğrenme yaklaşımları ölçeklerinin derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımı olmak üzere iki boyutu olmakla birlikte lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilere yöneliktir.

Chin ve Brown (2000) 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin feni öğrenme yaklaşımlarını derinlemesine ve yüzeysel öğrenme alt boyutlarında ölçen 31 maddeden oluşan ölçek geliştirmişlerdir.

Ünal Çoban ve Ergin (2008) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin feni öğrenme yaklaşımlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla araştırmacılar tarafından daha önce yapılan çeşitli çalışmalardan yararlanılarak “Feni Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği” geliştirilmiştir. Testin derinlemesine ve yüzeysel yaklaşım olmak üzere iki boyutu vardır ve uygulama 7. ve 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Ölçek 4’lü likert tipindedir ve 45 maddeden oluşmaktadır. Çalışma sonunda geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı elde edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğrenciler hem derinlemesine hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımına sahiptirler.

Hacıeminoğlu, Yılmaz-Tüzün ve Ertepinar (2009) yedinci sınıf öğrencilerinin öğrenme yaklaşımlarını, güdüsel hedeflerini ve fen başarılarını incelemiştir. Çalışmada Cavallo ve Schafer (1994)’ün çalışmasında yer alan ve Çalışkan (2003) tarafından Türkçeye çevrilen ve lise öğrencileri için uygulanan ölçek kullanılmıştır. İlköğretim öğrencilerine uygulanabilmesi için maddelerinin uygunluğu konusunda çalışmalar ve o yaş seviyesi için gerekli değişiklikler yapılmıştır. 4’lü likert tipindeki ölçek 22 maddeden oluşmaktadır ve maddelerden 11 tanesi anlamlı öğrenmeye ve 11 tanesi ezbere öğrenmeye uygundur. Bu çalışmada yer alan anlamlı öğrenme yaklaşımı derinlemesine öğrenme yaklaşımının özelliklerini, ezbere öğrenme yaklaşımı yüzeysel öğrenme yaklaşımının özelliklerini taşımaktadır. Öğrencilerin kendilerine güvenleri ile anlamlı öğrenme arasında pozitif, performans oryantasyonları ile ezbere öğrenmeleri arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Chin ve Brown (2000), Ünal Çoban ve Ergin (2008), Hacıeminoğlu, Yılmaz Tüzün ve Ertepinar (2009) ortaokul/ilköğretim düzeyinde öğrencilerin genel olarak ya da özel bir

disiplinle ilgili öğrenme yaklaşımları ölçeklerini kullandıkları ya da geliştirdikleri çalışmalarında derinlemesine ve yüzeysel olmak üzere iki tür öğrenme yaklaşımını incelemişlerdir.

Özkan ve Sezgin Selçuk (2014) lise öğrencilerinin fizik öğrenme yaklaşımlarını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ellez ve Sezgin (2002) tarafından geliştirilen, üniversite düzeyine uygun öğrenme yaklaşımları ölçeğinin fizik dersine ve lise düzeyine uyarlamasını yapmışlardır ve “Fizik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği”ni oluşturmuşlardır. Test 29 sorudan oluşmaktadır ve araştırmacılar testin güvenirlik katsayısını 0.86 olarak bulmuşlardır. Testte derinlemesine 1, derinlemesine 2 ve yüzeysel olmak üzere üç tür öğrenme yaklaşımı bulunmaktadır ve maddeler özel olarak fizik dersi ile ilgili öğrenme yaklaşımını belirlemeye yöneliktir. Testin lise seviyesine uygun, geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ekinci (2009) çalışmasında üniversite öğrencilerinin öğrenme yaklaşımlarını araştırmıştır. Çeşitli üniversitelerin lisans programlarına devam etmekte olan 3428 öğrenci ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Araştırmacı yüzeysel, derinlemesine ve stratejik olmak üzere üç boyutu olan her boyuttan 18 maddesi bulunan toplam 52 maddeden oluşan öğrenme yaklaşımı ölçeğini geliştirmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, üniversite öğrencileri derinlemesine öğrenme yaklaşımını yüzeysel ve stratejik öğrenme yaklaşımlarından daha çok tercih etmektedirler.

Öğretmen yetiştiren eğitimcilerin, öğrencilerinin öğrenme yaşantılarını geliştirebilmeleri için kendilerinin nasıl öğrendiklerini anlamaları gerektiği düşüncesiyle Senemoğlu (2011) Türk ve Amerikan eğitim fakültesi öğrencilerinin öğrenme yaklaşımlarını ve çalışma becerilerini incelemiştir. Türk öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için Tait, Entwistle ve McCune (1998) tarafından geliştirilen ASSIST (Approaches and Study Skills Inventory for Students) ölçeğini Türkçeye uyarlamıştır. Amerikan öğrenciler için ölçeğin orijinali kullanılmıştır. Geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılan ASSIST ölçeğinin üç temel alt boyutu bulunmaktadır: derinlemesine, yüzeysel ve stratejik. Derinlemesine öğrenme yaklaşımı dört alt boyutu içermektedir: anlam arama, fikirleri ilişkilendirme, kanıt kullanma ve düşüncelerle ilgilenme. Stratejik öğrenme yaklaşımı beş alt boyutu içermektedir: organize edilen çalışma, zaman yönetimi, değerlendirme gerekliliklerinin farkında olma, başarma,

etkililiği izleme. Yüzeysel öğrenme yaklaşımı da dört alt boyutu içermektedir: amaçsızlık, ilişkilendirmeden ezberleme, müfredat sınıflılığı, başarısızlık korkusu. Araştırmanın sonuçlarına göre, Türk ve Amerikalı öğrenciler derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını, yüzeysel öğrenme yaklaşımından anlamlı derecede daha çok tercih etmektedirler. Ayrıca sınıf düzeyi arttıkça derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih etme düzeyi artmaktadır.

Ekinci (2009), Senemoğlu (2011) derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımları alt boyutlarının yanında üçüncü bir alt boyut olan stratejik öğrenme yaklaşımı alt boyutunu ölçen öğrenme yaklaşımları ölçeklerini geliştirmişlerdir. Bu ölçekler lise ve üniversite düzeylerinde öğrencilerin genel olarak ya da fizik dersiyle ilgili öğrenme yaklaşımlarını incelemektedir.

Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu (2012) sekizinci sınıf öğrencilerinin öğrenme yaklaşımları ve değerlendirme tercihleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için Approaches and Study Skills Inventory for Students (ASSIST) testini kullanmışlardır. Bu test Tait, Entwistle ve McCune (1998) tarafından geliştirilmiş ve Senemoğlu ve diğerleri (2007) tarafından Türkçeye uyarlanması yapılmıştır. 3 öğrenme yaklaşımını (yüzeysel, derinlemesine ve stratejik) da içermektedir ve 60 sorudan oluşan 5'li likert tipi bir ölçektir. Öğrenme yaklaşımları ile değerlendirme tercihleri arasında açıkça bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmışlardır. Yani öğretmenlerin kullandıkları değerlendirme metodları öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını değiştirmek için çok önemli araçlardır.

Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu (2012) iki tür öğrenme yaklaşımının yanında stratejik öğrenme yaklaşımını da ortaokul düzeyinde ölçen öğrenme yaklaşımları ölçeklerini kullanmıştır.

2.5.4.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları ile İlgili Araştırmalar

Öğrencilerin matematik dersine karşı öğrenme yaklaşımlarını belirleyen ölçeklerin geliştirildiği ya da kullanıldığı araştırmaların sayısı oldukça azdır (ör. Cano ve Berben, 2009; Darlington, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Matic, Matic ve Katalenic, 2013) ve bu çalışmalar lise ya da üniversite düzeyinde öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir.

Cano ve Berben (2009), üniversite öğrencilerinin öğrenme yaklaşımlarını değerlendirmek için Biggs, Kember ve Leung (2001) tarafından geliştirilen iki faktörlü öğrenme yaklaşımları ölçeği (Two-factor-SPQ)'nin revize edilmiş şeklini kullanmışlardır. Bu anket, öğrencilerin matematiği öğrenme yaklaşımlarını özel olarak değerlendirmek için değiştirilmiştir. Değiştirilen anket dört ana gruba ayrılan 20 maddeden oluşmaktadır: Derinlemesine güdü ($\alpha=0.74$); derinlemesine strateji ($\alpha=0.58$); yüzeysel güdü ($\alpha=0.67$); ve yüzeysel stratejisi ($\alpha=0.63$). Her güdü/strateji kombinasyonu, farklı bir öğrenme yaklaşımını tanımlamaktadır: derinlemesine yaklaşım (derinlemesine güdü ve derinlemesine strateji) ve yüzeysel yaklaşım (yüzeysel güdü ve yüzeysel strateji). Araştırmanın sonuçları öğrencilerin başarı hedefleri ile öğrenme yaklaşımları arasında orta düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Darlington (2011) çalışmasında Oxford Üniversitesinde matematik bölümünde eğitim-öğretim görmekte olan 105 birinci sınıf lisans öğrencisi ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Tait, Entwistle ve McCune (1998) tarafından geliştirilen Approaches and Study Skills Inventory for Students (ASSIST) ölçeğini kullanmışlardır. Bu test özel olarak bir disiplinle ilgili olmadığından matematikle ilgili maddeler (ör. ispatları kendi kendime yapamam o yüzden onları ezberlerim, ispatları yaparken benzer örnekleri bulmaya çalışırım ve sorudaki teorem için onları ispat olarak genişletirim) ekleyerek katılımcıların matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını belirlemişlerdir. Öğrencilerin her bir alt boyut için puan ortalamaları yüksekten düşüğe doğru stratejik, derinlemesine ve yüzeysel şeklinde sıralanmaktadır. Dolayısıyla matematik bölümü öğrencileri en çok stratejik öğrenme yaklaşımını tercih etmektedirler.

İlhan, Çetin ve Kılıç (2013) araştırmalarında lise öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarını ölçmeye yarayan “Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği” adını verdikleri geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Açımlayıcı faktör analizi sonunda toplam varyansın % 32.99'unu açıklayan, 21 madde ve iki faktörden oluşan bir ölçek elde etmişlerdir. Geliştirilen Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını derinlemesine ve yüzeysel olmak üzere iki alt boyutta ölçmektedir.

Matic, Matic ve Katalenic (2013), mühendislik fakültesi birinci sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik öğrenme yaklaşımlarını incelemek amacıyla Entwistle tarafından

geliştirilen (ASSIST) ölçeğini kullanmışlardır. Bu ölçme aracı, ek bir yaklaşım türü olan stratejik öğrenme yaklaşımını içermektedir. Öğrencilerin matematik dersini öğrenmeye yönelik üç yaklaşımdan hangisini (derinlemesine, yüzeysel ve stratejik), tercih ettikleri ile seçilen yaklaşımın öğrencilerin derste elde ettiği notlarla nasıl ilişkili olduğu araştırılmıştır. Araştırmanın sonuçları öğrencilerin çoğunluğunun stratejik öğrenme yaklaşımını seçtiğini göstermektedir.



BÖLÜM III: YÖNTEM

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

3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırma modeli, bir araştırmada verilerin amacına uygun olarak toplanması ve çözümlenmesi için gerekli koşulların düzenlenmesidir (Karasar, 2005). Araştırmanın genel olarak planı oluşturulduktan sonra tüm bölümleri birlikte ele alınarak modeli belirlenir (Köse, 2013). Araştırma için hedeflenenler doğrultusunda çalışmanın yöntemi ve modeli oluşturulur (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011). Bilimsel çalışmalarda model kavramı için yaklaşım, desen, tasarım gibi isimler de kullanılmaktadır (Köse, 2013). Bu çalışmada model ve desen kavramları birbirlerinin yerine kullanılmıştır.

Bu araştırmanın temel amacı mühendislik tasarım temelli matematik uygulamalarının sekizinci sınıf öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve üç boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen araştırma yöntemi olarak belirlenmiştir.

Nicel araştırmalarda bilgi genel olarak deney ve gözlemle elde edilir. Elde edilen bilgi sayısal olarak ifade edilebilir ve üzerinde istatistiki işlemler yapılabilir (Sönmez ve Alacapınar, 2014). Nicel bir çalışmanın bulguları üzerinden genellemelere ulaşılır (Çepni, 2010). Tam deneysel araştırma deseninin şartları sağlanamayacağı için (okul ortamları yeni gruplar oluşturulmasına olanak vermediğinden) araştırma için en uygun nicel araştırma deseninin eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen (Gay ve Airasian, 2000) olduğuna karar verilmiştir. Yarı deneysel desenlerde yansız atama kullanılamaz, hazır gruplardan ikisi deney ve kontrol grubu olarak belirlenirler (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011). Yani önceden oluşturulmuş sınıflar rastgele deney ve kontrol grubu olarak seçilirler. Katılımcıların benzer özelliklerde olmalarına özen gösterilir (Çepni, 2005). Her iki gruba da ön testler verilir sonra deney grubunda deneysel işlem gerçekleştirilir, kontrol grubunda uygulanmaz. İşlem bittikten sonra hem deney hem de kontrol grubuna son testler verilir ve veriler karşılaştırılır

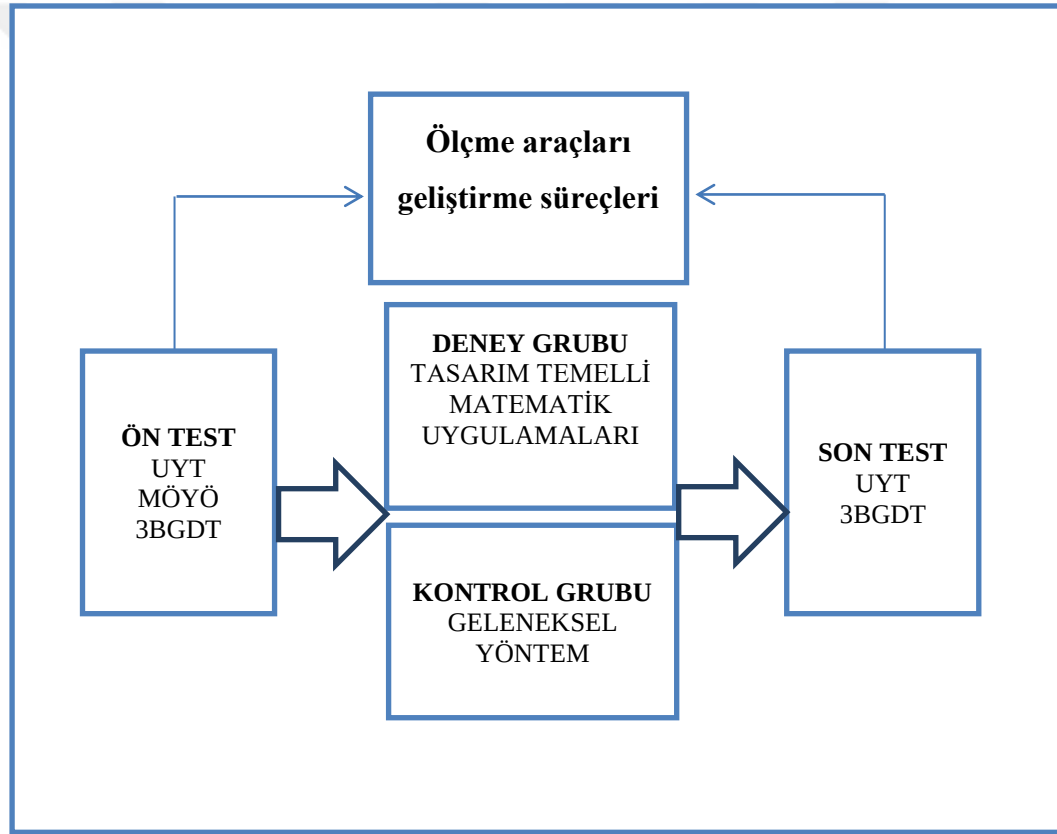
(Sönmez ve Alacapınar, 2014). Ayrıca ön test-son test kontrol gruplu desen yaygın olarak kullanılan bir karışık desendir. Çünkü aynı kişiler bağımlı değişken üzerinde ön test ve son test olmak üzere iki kez ölçülürler (gruplariçi desen) bu bakımdan ilişkili desendir. Aynı zamanda, deney ve kontrol gruplarındaki farklı deneklerin ölçümleri karşılaştırılır (gruplararası desen) bu açıdan da ilişkisizdir (Howitt, 1997; akt. Büyüköztürk, 2014). Gruplararası ve gruplariçi desenlerin birlikte kullanıldıkları araştırma deseni ise karışık desendir (Kinnear ve Gray, 1997). Bağımlı değişken üzerinde sadece bir bağımsız değişkenin etkisi inceleniyorsa çalışma tek faktörlü bir desen; iki ya da daha fazla bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki a) temel etkileri ve b) ortak etkileri eş zamanlı olarak inceleniyorsa araştırma çok faktörlü desendir. Çok faktörlü desenlere split-plot faktöriyel desen de denilmektedir. Çok faktörlü desenler içinde tanımlanan gruplariçi desen genelde tekrarlı ölçümler deseni olarak adlandırılmaktadır (Büyüköztürk, 2014). Bu bilgiler doğrultusunda araştırmanın nicel bölümünde kullanılan ön test-son test yarı-deneysel desen iki faktörlü (2x2) lik tekrarlı bir karışık desendir. Çalışmanın bu kısmında öğretim yöntemi (grup) ve ölçüm değişkenleri araştırmanın bağımsız değişkenleri, öğrencilerin uzamsal yetenek testi puanları ve 3 boyutlu geometrik düşünme testi puanları araştırmanın bağımlı değişkenleridir. Deneysel çalışmanın bu değişkenler üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla Uzamsal Yetenek Testi (O₁), Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (O₂), 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (O₃) testleri kullanılmıştır. Mühendislik tasarım temelli matematik uygulamaları ile deney grubunda öğrenme ortamları oluşturulurken, kontrol grubunda derslerin akışına uygun olarak geleneksel yönteme dayalı öğretim ile devam edilmiştir.

X₁ sembolü mühendislik tasarım temelli matematik uygulamalarını, X₂ sembolü geleneksel yönteme dayalı öğretimi ifade etmektedir. Araştırma deseninin özeti Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmanın Deseninin Özeti

Grup	Ön test	Uygulama	Son test
Deney Grubu	$O_1O_2O_3$	X_1	O_1O_3
Kontrol Grubu	$O_1O_2O_3$	X_2	O_1O_3

Çalışmada mühendislik tasarım temelli matematik uygulamaları öğrencilere dağıtılan çalışma yaprakları aracılığıyla yürütülmüştür. Araştırma süreci Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma Süreci

3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde İstanbul ili Beşiktaş ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan dört adet sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Okulda 8A, 8B, 8C ve 8D olmak üzere dört şube bulunmaktadır. Kalabalık sınıflar ile uygulamaların gerçekleştirilmesinin zorluğu nedeniyle az sayıda sınıf mevcudunun bulunduğu ikişer ayrı deney ve kontrol grubunun bulunduğu bir okul seçilmiştir. Ayrıca kolay ulaşılabilir konumda olması okulun seçiminde diğer bir etkidir. Uygulama için seçilen okulda araştırmanın yürütülmesi için İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izinler Ek-1'de verilmiştir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu araştırma desenine uygun olarak gruplar basit seçkisiz örnekleme yöntemi (yansız atama) ile seçilmiştir. Bu yöntemde tüm sınıfların seçilme olasılığı eşittir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011). Bu çalışma için okuldaki dört sekizinci sınıfın da deney ya da kontrol grubu olarak seçilme ihtimali aynıdır. Okul idaresi tarafından akademik başarı bakımından benzer nitelikte olduğu belirtilen sınıfların ikisi deney, ikisi de kontrol grubu olarak seçilmiştir. Basit seçkisiz örnekleme ile 8B ve 8D sınıfları deney grubu, 8A ve 8C sınıfları kontrol grubu olarak atanmıştır. Araştırmaya 35 deney, 40 kontrol grubundan olmak üzere toplam 75 öğrenci katılmıştır. Katılımcılara ait bilgiler Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 Araştırmanın Çalışma Grubu

Çalışmaya katılan öğrenciler	Deney		Kontrol	
	8B	8D	8A	8C
	19	16	22	18
Toplam	35		40	

Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlere göre dağılımı incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerden 17'si kız (% 50), 18'i erkek (% 50) öğrencidir. Kontrol grubunda ise dağılım 22 erkek (% 55) ve 18 kız (% 45) şeklindedir.

Araştırmanın deneysel uygulamasının gerçekleştirildiği çalışma grubu belirlenirken aşağıdaki durumlar da ayrıca göz önünde bulundurulmuştur:

- Okul idaresi ve 8. sınıflara matematik uygulamaları dersi veren öğretmen uygulamaya olumlu yaklaşmıştır.
- Okulun fiziksel imkânları iyidir ve bilgisayar laboratuvarı bulunmaktadır.

- Araştırma seçmeli olarak 2013-2014 yılından itibaren 5., 6., 7. ve 8.sınıflarda okutulmakta olan Matematik Uygulamaları dersinde 2'şer saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubunda yer alan tüm öğrenciler bu dersi seçmişlerdir.
- Deney ve kontrol grubu uzamsal yetenek ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri değişkenleri bakımından da denktir. Öğrencilerin ön testlerinin karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar araştırmanın bulgular kısmında verilmiştir.

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçlarını araştırmacı tarafından geliştirilen Uzamsal Yetenek Testi (UYT), Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) ve adapte edilen 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) oluşturmaktadır. Araştırmada ön test olarak Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ), Uzamsal Yetenek Testi (UYT) ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) kullanılmıştır. Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği aracılığıyla araştırma öncesinde öğrencilerin öğrenme yaklaşımları belirlenmiştir. Deneysel çalışmanın farklı öğrenme yaklaşımlarına sahip olan öğrencilere etkisi incelenmiştir. Deneysel çalışmanın sonunda Uzamsal Yetenek Testi (UYT) ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) son test olarak uygulanmıştır.

Tablo 3.3 Veri Toplama Araçlarının Araştırmada Kullanımı

Araştırma				Katılımcı Sayısı	Veri Toplama Araçları
Mühendislik	tasarım	temelli	matematik	75	Uzamsal Yetenek Testi (UYT)
uygulamalarının	farklı	öğrenme	yaklaşımına	sahip	Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)
öğrencilerin	uzamsal	yeteneklerine	ve 3 boyutlu		3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT)
geometrik	düşünme	becerilerine	etkisinin		
incelenmesi					

3.3.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)

İlgili literatür incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını belirlemeye yönelik bir ölçme aracının bulunmadığı görülmektedir. Bu boşluğu doldurmak ve bu alanda yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamak amacıyla bu araştırmada Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) geliştirilmiştir. Ölçeğin geliştirilmesi aşamasında DeVellis (2014) ve Seçer (2015) tarafından belirtilen işlem basamaklarından ve çeşitli ölçek geliştirme çalışmalarından (Çanakçı ve Özdemir, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Kaba ve Şengül, 2015; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014) yararlanılmıştır: i) İhtiyacın belirlenmesi, ii) literatür taraması, iii) madde havuzu oluşturma, iv) uzman görüşü alma, v) ön uygulama yapma, vi) ölçeğin uygulandığı çalışma grubunu belirleme, vii) pilot uygulamanın yapılması, viii) ölçeğin nasıl puanlanacağını ve yorumlanacağını belirlenmesi, ix) geçerlik, güvenirlik, madde analizine yönelik istatistiksel analizlerin yapılması, x) teste son şeklinin verilmesi.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin geliştirilmesine yönelik yukarıda verilen işlem adımları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır:

3.3.1.1 İhtiyacın Belirlenmesi

Bu aşamada mevcut ölçeğin neden geliştirilmesi gerektiğine ilişkin gerekçeler sunulmaktadır. Cohen ve Swerdlik (2002) ihtiyacın belirlenmesi aşamasında 5 soruya cevap verilmesi gerektiğini belirtmektedir: i) Yeni bir ölçme aracına ihtiyaç var mı? ii) Bu ölçek neyi ölçecek? iii) Ölçek kimler için kullanılabilir? iv) Uygulama koşulları nelerdir? v) Ölçeğin uygulama ve tamamlama süresi nedir?

Araştırmanın ilgili çalışmalar kısmında belirtildiği gibi ülkemizde ortaokul öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını belirleyen bir ölçek bulunmamaktadır. Bu çalışma ile geçerliği ve güvenirliği bulunan bir ölçme aracı elde edilmesi amaçlanmaktadır. Dolayısıyla böyle bir ölçeğe gerçekten ihtiyaç vardır.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde nasıl öğrendiklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Öğrenme yaklaşımları türlerinin nasıl tanımlandığı ve o öğrenme yaklaşımına sahip olan öğrencilerin özellikleri net bir şekilde tezin kuramsal çerçeve kısmında açıklanmaktadır. Ayrıca ölçeğin madde havuzu

oluşturulurken ölçekte yer alan maddelerin diğer maddelerden ayırt edilen yönleri belirtilerek sınırlar iyi bir şekilde belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu ölçme aracının hedef kitlesi ortaokul öğrencileridir. Milli Eğitim Bakanlığı 2013 yılından itibaren 4+4+4 sistemine geçilmesi ile birlikte 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerini ortaokul öğrencileri olarak değerlendirilmektedir. Uzman görüşleri doğrultusunda yeni sistemde ortaokul kısmında yer alan 5. sınıflar çalışmaya dahil edilmemiştir. Dahil edilmeme sebebi 5. sınıf düzeyindeki öğrencilerin okuma hızlarının yavaş olması ve daha ortaokul kısmına kendilerini adapte edememiş olmalarıdır. Yani ölçme aracı ortaokulların 6, 7 ve 8. sınıflarında yer alan öğrencilerini hedeflemektedir. Bu sınıf düzeylerinde yer alan öğrencilerin özellikleri göz önünde bulundurularak ölçme aracının maddeleri oluşturulmuştur. Literatürdeki öğrenme yaklaşımları ölçekleri referans alınarak derinlemesine, yüzeysel ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını yansıtan maddeler hazırlanmıştır (Darlington, 2011; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Senemoğlu, 2011). Maddeler hazırlanırken ölçeğin ortaokul seviyesinde bir test olacağı göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin literatürde yer alan matematik öğrenme yaklaşımları ölçeklerinde bulunan ispat, formül gibi kavramlar bu ölçekte yer almamaktadır.

Bir testin uygulama koşulları değerlendirilirken bireysel mi grup şeklinde mi uygulanacağı, özel bir ortam gerektirip gerektirmediği durumları düşünülmelidir (Seçer, 2015). Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) her bir öğrencinin bireysel olarak cevaplandıracağı şekilde hazırlanmış bir ölçme aracıdır. Standart sınıf ortamlarında gerçekleştirilebilmektedir.

Ölçeğin uygulama süresi belirlenirken hedef kitlesinin yaşları göz önünde bulundurulmuştur. Testin küçük bir grup ile ön uygulaması yapılmış ve bu aşamada en yavaş cevap veren öğrenci ile en hızlı cevap veren öğrencinin cevaplama süresi ve testte yer alan madde sayısı göz önünde bulundurularak testin uygulanma süresi 25 dakika olarak belirlenmiştir.

3.3.1.2 Literatür Taraması

Mevcut çalışmalarda kullanılan öğrenme yaklaşımları ölçekleri çoğunlukla farklı öğrenim kademesindeki bireylerin genel olarak öğrenme yaklaşımlarını incelemektedir

(ör. Ellez ve Sezgin, 2002; Evans, Kirby ve Fabrigar, 2003; Cano, 2005; Cope ve Staehr, 2005; Heikkila ve Lonka, 2006; Çolak ve Fer, 2007; Rodriguez ve Cano, 2007; Ekinci, 2009; Beşoluk ve Önder, 2010; Senemoğlu, 2011; Doğan, Atmaca ve Aslan Yolcu, 2012). Matematik dersine karşı öğrenme yaklaşımlarını belirleyen ölçeklerin geliştirildiği ya da kullanıldığı araştırmaların sayısı oldukça azdır (ör. Cano ve Berben, 2009; Darlington, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Matic, Matic ve Katalenic, 2013) ve bu çalışmalar lise ya da üniversite düzeyinde öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Ortaokul düzeyinde öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını inceleyen bir ölçeğin geliştirildiği çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan geliştirilen ölçeğin bir ihtiyacı karşılayacağını ve literatürde bir boşluğu dolduracağını söyleyebiliriz. Öğrenme yaklaşımları ile ilgili ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde tezin ilgili araştırmalar kısmında sunulmaktadır.

3.3.1.3 Madde Havuzu Oluşturma

Öğrenme yaklaşımları ile ilgili çeşitli ölçek geliştirme çalışmalarından yararlanılarak (ör. Tait, Entwistle ve McCune, 1998, Senemoğlu, 2011; Darlington, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014) 68 maddeden oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Madde havuzundaki maddelerden 20 tanesi yüzeysel öğrenme yaklaşımı ile 24 madde derinlemesine öğrenme yaklaşımı ile ve 24 madde stratejik öğrenme yaklaşımı ile ilgilidir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımı için sınırlandırma, ilişkilendirmeden ezberleme, başarısızlık korkusu, amaçsızlık başlıkları; derinlemesine öğrenme yaklaşımı için anlam arama, düşünceleri ilişkilendirme, ilişki arama, motive olma, düşüncelerle ilgilenme başlıkları; stratejik öğrenme yaklaşımı için düzenli çalışma, zaman yönetimi, değerlendirmeye yönelik çalışma, başarma, etkililiği izleme başlıkları altında maddeler oluşturulmuştur. Bu başlıklar Tait, Entwistle ve McCune (1998) tarafından geliştirilen ASSIST Öğrenme Yaklaşımları ve Çalışma Becerileri Ölçeği'nde ve Senemoğlu (2011) tarafından gerçekleştirilen ölçeğin Türkçe uyarlamasında yer almaktadır. Bu ölçeklerde yer alan maddeler öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını genel olarak incelemektedir. Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği için maddeler özel olarak matematik disiplinine uygun olarak hazırlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca farklı öğrenme yaklaşımları ölçekleri de incelenerek (ör. Darlington, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014) bu

ölçeklerde bulunmayan maddeler de geliştirilen ölçeğin madde havuzuna eklenmiştir. Bazı uzmanların görüşleri doğrultusunda bu ölçeklerde bulunmayan maddeler de eklenmiştir. Ölçekte yer alan ifadeler kesinlikle katılmıyorum=1, katılmıyorum=2, kararsızım=3, katılıyorum=4, kesinlikle katılıyorum=5 şeklinde 5'li likert formdadır. Ölçekte yer alan örnek maddeler Tablo 3.4'te verilmektedir.

Tablo 3.4 MÖYÖ Madde Havuzunda Yer Alan Örnek Maddeler

Öğrenme Yaklaşımı	Örnek Maddeler
Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	<i>Matematiksel konuların büyük kısmını ezberlemeyi tercih ederim.</i> <i>Çoğunlukla matematik dersini başaramayacağımı düşünürüm ve endişe duyarım.</i>
Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	<i>Matematik dersinde bir konuyu anlamadıysam bu beni rahatsız eder.</i> <i>Bir matematik problemini çözerken tam olarak ne sorulmak istendiğini anlamaya çalışırım.</i>
Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	<i>Matematik sınavlarına genel olarak düzenli bir şekilde hazırlanırım.</i> <i>Gün içerisinde mutlaka matematik çalışmaya zaman ayırıyorum.</i>

3.3.1.4 Uzman Görüşü Alma

68 maddeden oluşan form, kapsam ve görünüş geçerliğini test etmek amacıyla uzman görüşleri alınmak üzere matematik eğitimi alanında çalışmaları bulunan 4 matematik eğitimi uzmanına, 3 matematik öğretmenine, öğrenme yaklaşımları ile ilgili çalışmaları bulunan 1 doktora öğrencisine ve 1 eğitim programları ve öğretim alanında uzmana gönderilmiştir. Toplam 9 uzman tarafından geliştirilen ölçme aracı değerlendirilmiştir. Uzmanlar maddeleri *maddelerin ifade edilişi, maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu ve seviyeye uygunluk* olmak üzere 3 ayrı açıdan değerlendirmişlerdir. Uzman görüş formunda ölçeğin içeriği ve yapısı ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Ayrıca her bir öğrenme yaklaşımına ait temel özellikleri içeren özet bilgiler uzmanlara gönderilen formda yer almaktadır. Uzmanların görüşlerinin

değerlendirilmesinde ise üçlü derecelendirme kullanılmıştır. Maddelerin ifade edilişi için “anlaşılır”, “kısmen anlaşılır” ve “anlaşılır değil” seçenekleri bulunmaktadır. Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu için “uygun”, “kabul edilebilir”, “uygun değil” seçenekleri sunulmaktadır. Seviyeye uygunluk açısından ise uzmanlar ölçme aracını benzer şekilde “uygun”, “kabul edilebilir”, “uygun değil” seçeneklerine göre değerlendirmişlerdir. Ayrıca her bir madde için “Varsa getirilebilecek diğer öneriler” şeklinde açık uçlu sorudan oluşan bir kısım bulunmaktadır. Uzman görüş formları tek tek incelenmiştir. Bazı uzmanlar gönderilen formu el ile doldurmuş ve maddelerin yer aldığı kısımda el ile düzeltmeler yapmıştır. Dolayısıyla uzman görüş formları sadece alınan üçlü değerlendirmelere göre nicel olarak değerlendirilmemiş aynı zamanda varsa verilen diğer düzeltmeler de göz önünde bulundurulmuştur.

Elde edilen uzman görüşlerine göre maddelerin kapsam geçerliğinin belirlenmesinde Fleiss’in (1971) kappa katsayısı kullanılmıştır. Fleiss’in kappa katsayısı ikiden fazla puanlayıcı için uyuşmanın güvenilirliğini göstermektedir (Fleiss, 1971). Sabit sayıda n tane puanlayıcının N tane maddeyi k tane kategoriye göre değerlendirmeleri sonucunda ortaya çıkan uyuşmayı ölçer. Bu çalışma için 9 tane puanlayıcı ($n=9$), 68 tane maddeyi ($N=68$), 3 kategoride ($k=3$) değerlendirmektedirler. Fleiss’in kappa katsayısı için belirtilen formüller ve hesaplamalar yardımıyla her madde için uyuşma katsayısı hesaplanmaktadır. Fleiss’in kappa katsayısı 0 ile 1 arasında değişmektedir. 1 değerine yaklaşması tüm puanlayıcıların birbiri ile uyuştüğünü gösterirken, 0 değerine yaklaşması puanlayıcılar arasındaki uyuşmanın sadece şans ile belirlendiğini göstermektedir. Her bir madde, maddelerin ifade edilişi, maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu ve seviyeye uygunluk bakımından ayrı ayrı uzman görüşleri ile değerlendirilmiştir. Her soru için Microsoft Excel 2010 programı yardımıyla Fleiss’in kappa katsayısı hesaplanmıştır.

Fleiss’in kappa katsayısı değerlerinin yorumlanması için Landis ve Koch (1977) aşağıdaki tabloyu oluşturmuşlardır.

Tablo 3.5 Fleiss'in Kappa Katsayısı Yorumlamaları

Fleiss'in Kappa Katsayısı	Yorum
0'dan küçük	Uyuşma yok
0.0-0.20	Önemsiz uyuşma
0.21-0.40	Orta derecede uyuşma
0.41-0.60	Çoğunluğun uyuşması
0.61-0.80	Önemli derecede uyuşma
0.81-1.00	Neredeyse mükemmel uyuşma

Hesaplamalar yapıldıktan sonra uyuşma katsayısı 0.60 ve altında olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Maddeler, maddelerin ifade edilişi boyutunda incelendiğinde 2 soru, maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından 9 soru ve seviyeye uygunluk açısından 4 soru madde ölçme aracından çıkarılmıştır. Ölçekten çıkarılan maddeleri gösteren Tablo 3.6 aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3.6 Uzman Görüşlerinden Sonra MÖYÖ'den Çıkarılan Maddeler

Madde No	Çıkarılan Madde	Çıkarılma Sebebi
4	Matematik çalışmalarımı ödevler ve sınavlar ne gerektiriyorsa o şekilde yönlendiririm. (yüzeysel)	Maddelerin ifade edilişine göre (uyuşma katsayısı=0.5<0.60)
6	Çalışmaya ihtiyacım olduğunu düşünür düşünmez çalışmaya başlarım. (stratejik)	Maddelerin ifade edilişine göre (uyuşma katsayısı=0.44<0.60)
5	Matematik ders kitaplarında yer alan konular benim uzun süre düşünmemi sağlar. (derinlemesine)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.5<0.60)
18	Matematik çalışmamı genel olarak önceden kafamda planlarım. (stratejik)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.58<0.60)
29	Matematik dersine dönem boyunca düzenli bir şekilde çalışırım ve çalışmalarımı son zamanlara bırakmam. (stratejik)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.58<0.60)
32	Matematik ödevlerimi yaparken öncelikle öğretmenimi nasıl etkileyeceğimi düşünürüm.	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu

	(stratejik)	açısından(uyuşma katsayısı=0.5<0.60)
33	Matematik dersinden başarısız olursam dersten soğurum. (yüzeysel)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.36<0.60)
35	Matematik konularını öğrenmekten çok dersten yüksek not almak benim için önemlidir. (stratejik)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.44<0.60)
57	Bazı matematik konularını çok dikkat çekici bulurum. (derinlemesine)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.58<0.60)
59	Matematik derslerinde sık sık öğrendiklerimin işe yarayıp yaramayacağını düşünürüm.(yüzeysel)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.44<0.60)
63	Matematik dersinde bir konuyu anlamadıysam bu beni rahatsız eder. (derinlemesine)	Maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından (uyuşma katsayısı=0.44<0.60)
29	Matematik dersine dönem boyunca düzenli bir şekilde çalışırım ve çalışmalarımı son zamanlara bırakmam. (stratejik)	Seviyeye uygunluk açısından (uyuşma katsayısı=0.5<0.60)
31	Bir matematik konusunda anlatılanları ayrıntılı bir şekilde incelerim. (derinlemesine)	Seviyeye uygunluk açısından (uyuşma katsayısı=0.33<0.60)
35	Matematik konularını öğrenmekten çok dersten yüksek not almak benim için önemlidir. (stratejik)	Seviyeye uygunluk açısından (uyuşma katsayısı=0.58<0.60)
68	Bir matematik dersini dikkatli bir şekilde dinleyebilmek için dersin sonunda ne öğreneceğimi düşünürüm. (stratejik)	Seviyeye uygunluk açısından (uyuşma katsayısı=0.44<0.60)

Matematik öğrenme yaklaşımları ölçeğinde uzman görüşlerinden sonraki halinde 16 madde yüzeysel öğrenme yaklaşımı, 19 madde derinlemesine öğrenme yaklaşımı ve 20 madde stratejik öğrenme yaklaşımı ile ilgili olmak üzere 55 madde bulunmaktadır. Bu

maddelerden 8 tanesi olumsuz ifadeler içermektedir. Bu maddeler tersten 1=5, 2=4, 3=3, 4=2 ve 5=1 şeklinde kodlanmıştır.

Ayrıca uzmanlardan gelen farklı öneriler doğrultusunda kalan maddeler üzerinde çeşitli değişiklikler yapılmış, dil ve yazım açısından düzenlemelerde bulunulmuştur. Örneğin *“Daha kolay çalışmamı sağlayacak çalışma ortamlarını bulup matematik çalışmayı başarırım”* maddesi *“Daha kolay çalışmamı sağlayacak çalışma ortamlarını bulup matematik dersine çalışırım”* şeklinde yeniden düzenlenmiştir. *“Matematiksel araştırma konularının öğretmen tarafından verilmesini tercih ederim”* ifadesi *“Matematik dersinde anlatılan konuların tamamının öğretmen tarafından verilmesini tercih ederim”* şeklinde değiştirilmiştir.

Ölçeğin açıklama kısmında yer alan yönergesinde de öneriler doğrultusunda ufak değişiklikler yapılmıştır. *“Aşağıdaki ölçek matematik dersinde nasıl öğrendiğinizi belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Ölçekte öğrenme yaklaşımlarınızı belirleyen ifadeler bulunmaktadır.”* ifadeleri tekrarlamış kelimeler içerdiğinden *“Aşağıdaki ölçek matematik dersini nasıl öğrendiğinizi belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Ölçekte öğrenme yaklaşımlarınızı ifade eden maddeler bulunmaktadır.”* şeklinde değiştirilmiştir.

3.3.1.5 Ön Uygulama Yapma

Uzman görüşleri ile maddelerin kapsam geçerliliğine ilişkin uyuma katsayıları hesaplandıktan sonra testin 55 maddeden oluşan formu elde edilmiştir. Öğrenciler tarafından anlaşılmayan bir noktanın olup olmadığının belirlenmesi, ölçeğin cevaplama süresinin belirlenmesi amacıyla İstanbul ili Çekmeköy ilçesine bağlı bir devlet okulunda 7. sınıfta öğrenim görmekte olan 20 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilere anlaşılmayan herhangi bir nokta olup olmadığı sorulmuştur. Ölçeğin bu formunda herhangi bir yazım hatası ya da anlaşılmayan bir nokta olmadığı belirlenmiştir. Ölçeği en kısa sürede tamamlayan öğrenci 15 dakikada, en uzun sürede tamamlayan öğrenci yaklaşık 30 dakikada tamamlamıştır. Ölçeğin 6. sınıflara da uygulanacağı düşünüldükçe Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği’ni cevaplama süresi 25 dakika olarak belirlenmiştir.

3.3.1.6 Ölçek için Çalışma Grubunu Belirleme

Pilot uygulama yapmak için hedef kitlesini dengeli bir şekilde yansıtabilecek bir örneklem grubu seçilmelidir. Örneklemen seçiminde tesadüfi örnekleme yöntemleri kullanılmasına aynı zamanda hedef kitleyi temsil etmesine dikkat edilmelidir (Seçer, 2015).

Araştırmanın veri toplama araçlarından “Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)” için geçerlik-güvenirlik çalışmaları ve madde analizleri 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde İstanbul ilinin çeşitli okullarında öğrenim görmekte olan toplam 790 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği’nin Uygulandığı Çalışma Grubu

Okul adı	Öğrenci Sayısı			Toplam
	6	7	8	
A Ortaokulu	-	-	195	195
B Ortaokulu	71	77	-	148
C Ortaokulu	145	141	356	447
Toplam	216	218	356	790

Tablo 3.8’de görüldüğü gibi Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği’nin (MÖYÖ) geliştirilmesi aşamasında 3 farklı okuldan veriler toplanmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 216’sı 6. sınıf, 218’i 7. sınıf ve 356 öğrenci 8. sınıf öğrencisidir.

3.3.1.7 Pilot Uygulamanın Yapılması

Ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını yapmak ve madde analizlerini gerçekleştirmek amacıyla pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği öğrencilere kendi sınıf ortamlarında bireysel olarak uygulanmıştır. Ölçeği cevaplamaya başlamadan önce katılımcılara kişisel bilgilerinin alınmayacağı açıkça ifade edilmiştir. Öğrencilerin ad-soyad, cinsiyet gibi demografik bilgileri alınmamıştır. Sadece sınıf seviyeleri göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilerden ölçekte yer alan maddelerden kendilerine en uygun olduğunu düşündükleri cevabı işaretlemeleri istenmiştir.

3.3.1.8 Ölçeğin Nasıl Puanlanacağı ve Yorumlanacağı Belirlenmesi

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nden alınabilecek en yüksek puan 275, en düşük puan 55'dir. Ayrıca ölçeğin alt boyutları bulunmaktadır. Dolayısıyla ölçekten alınan puanların hangi alt boyutundaki maddelerden alındığı önemlidir ve ölçeğin faktör yapısı belirlendikten sonra öğrencilerin hangi öğrenme yaklaşımına sahip oldukları belirlenebilecektir. Ölçekten alınan puanlarla ilgili bilgilere geçerlik, güvenirlik ve madde analizlerinin istatistiksel olarak yorumlanmasıyla ulaşılabacaktır.

3.3.1.9 Geçerlik, Güvenirlik, Madde Analizine Yönelik İstatistiksel Analizlerin Yapılması

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin pilot uygulaması tamamlandıktan sonra istatistiksel analizler yapılmıştır. Testin öncelikle yapı geçerliği incelenmiştir. Faktör analizi ölçeğin yapı geçerliliğini belirlemede kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir (Sönmez ve Alacapınar, 2014) ve faktör analizi ile birbiriyle ilişkili faktörler bir araya getirilerek daha az sayıda yeni faktörler elde edilir (Büyüköztürk, 2016). Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla Açıklayıcı Faktör Analizi ve Doğrulamalı Faktör Analizi yapılmıştır. Açıklayıcı faktör analizi ölçme aracının örtük yapısını belirlemeye çalışırken doğrulamalı faktör analizi ise belirlenen örtük yapının doğrulanması amacıyla yapılmaktadır (Seçer, 2015). Güvenirlik ise ölçme aracının duyarlı ve tutarlı olması, ölçme hatalarından arınık olma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Duyarlılık, ölçme hatasının en az olması ya da hiç olmaması; tutarlılık, farklı ölçümlerde hep benzer ya da yakın sonuçların elde edilmesidir. Ölçme aracı derecelenmiş bir ölçek olduğunda güvenirliği belirlemede iç tutarlılık Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı kullanılmaktadır (Sönmez ve Alacapınar, 2014). İç tutarlılık katsayısı, paralel testlerin hazırlanmasının mümkün olmadığı durumlarda tek uygulamaya dayalı olarak testin güvenirlik katsayısını hesaplamada kullanılmaktadır. Eşdeğer yarılar, Cronbach Alfa, KR-20 ve KR-21 yöntemleri ile iç tutarlılığa dayalı güvenirlik katsayıları elde edilir (Kan, 2009). Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği likert tipi bir ölçek olduğundan güvenirliğini belirlemede Cronbach Alfa güvenirlik katsayısından yararlanılmış ve test-tekrar test güvenirliği hesaplanmıştır. Test-tekrar test güvenirlik katsayısı ölçme aracının ölçmek istenilen özelliği farklı zamanlarda tutarlı bir şekilde ölçüp ölçmediğini test eder. Ölçme aracından elde edilen puanların ne derece

kararlı olduğunu gösterdiğinden kararlılık katsayısı olarak da isimlendirilmektedir (Aiken, 2000). Madde analizi kısmında madde ayırt edicilikleri için düzeltilmiş madde-toplam korelasyonlarına başvurulur. Diğer bir yol da testin toplam puanlarına göre oluşturulan alt % 27 ve üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların bağımsız grup t-testi ile analiz edilmesidir (Büyüköztürk, 2016). Bu araştırmada Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği maddelerinin ayırt edicilik düzeylerinin belirlenmesinde düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları kullanılmıştır.

3.3.1.9.1 MÖYÖ'nün Açımlayıcı Faktör Analizi

Açımlayıcı faktör analizinde taslak olarak hazırlanan bir ölçme aracında bulunan maddelerin kaç başlık altında toplanacağı belirlenir ve bunlar arasında nasıl bir ilişki olduğu tespit edilir (Sönmez ve Alacapınar, 2014). Açımlayıcı faktör analizi yapabilmek için ilk olarak örneklem büyüklüğü değerlendirilir. Bryman ve Cramer (2001)'e göre katılımcı sayısı ölçekteki madde sayısının beş ya da on katı olmalıdır. Seçer (2015), 30 ve üzeri madde bulunan ölçekte madde sayısının iki ya da üç katı büyüklüğünde bir örneklem yeterli olduğunu belirtmektedir. Kline (2011), 200 kişilik bir örneklem yeterli olabileceği ancak faktörlerin az sayıda olduğu durumlarda 100 kişinin de yeterli olabileceği şeklinde görüş belirtmektedir. Field (2009)'e göre ise faktör analizi için en az 300 kişiye ulaşılmalıdır. Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk (2016) ise örneklem sayısını belirlerken farklı görüşleri dikkate alarak en az ikisini sağlayacak şekilde örneklem belirlenmesinin uygun olduğunu belirtmektedir. Bu araştırmaya katılan 790 kişi ise araştırmacıların belirttikleri tüm şartları sağlamaktadır. Dolayısıyla araştırmadaki örneklem sayısı faktör analizi için yeterlidir. Araştırmadaki örneklem sayısının uygun olduğu belirlendikten sonra elde edilen verilerin faktör analizine uygun olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) ve Bartlett testleri yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8 KMO ve Bartlett Test Sonuçları

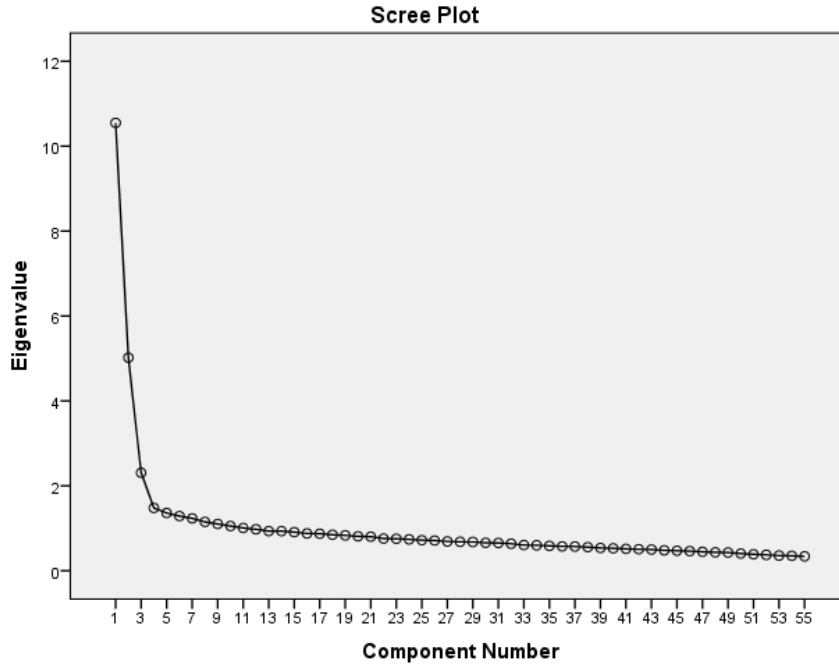
KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.932
Bartlett's Test of Sphericity	X ²	13684.25
	df	1485
	Sig.	.000

KMO değerinin 0.60'dan yüksek olması ve Bartlett testi sonucunun anlamlı olması araştırma için verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2016). Ayrıca KMO testi ile elde edilen değerin 0.90 ve üzerinde olması verilerin faktör analizi için mkemmek olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (şencan, 2005). Bartlett testinin ise istatistiksel olarak anlamlı olması verilerin normal dağılım sergilediğini göstermektedir (Seçer, 2015). Bu araştırma için KMO testi değeri 0.932 ve Bartlett testi sonucu anlamlı 13684.255 ($p < 0.001$) olduğundan veriler faktör analizi yapmak için uygundur.

Açımlayıcı faktör analizinde verilere temel bileşenler analizi yapılmıştır ve scree plot grafiğinden yararlanılmıştır. Ölçeğin rtk yapısını belirlerken kullanılacak yöntemlerden birisi çizgi grafiği/birikinti grafiği (scree plot) kullanmaktır. Ancak sadece bu yöntemin kullanılması binişik maddelerin ve her maddenin faktör yükünün gözden kaçırılmasına sebep olabilir (Seçer, 2015). Bu nedenle, bu çalışmada faktörlerin öz değerleri (eigenvalue) ve açıkladıkları varyans oranları da dikkate alınarak ölçeğin faktör yapısı belirlenmiştir. Ölçeğin tek boyutlu mu çok boyutlu mu olduğu belirlendikten sonra rotasyon (döndürme) işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bir faktörün öz değeri tek başına açıklayacağı varyansı gösteren bir koşuldur ve her bir alt boyutun öz değerinin en az % 1 olması istenir (Seçer, 2015). Ölçeğin açıklaması gereken toplam varyans değeri hakkında ise farklı görüşler bulunmaktadır. Tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyans oranının % 30 olması yeterli görülürken, birden çok faktörlü ölçeklerde bu oranın daha fazla olması istenmektedir (Büyüköztürk, 2016).

Açımlayıcı faktör analizinde elde edilen verilere temel bileşenler analizi (principle component analysis) uygulanmıştır. İlk analiz sonuçlarına göre verilerin öz değeri (eigenvalue) 1'den büyük olan 11 faktörde toplandığı belirlenmiştir. Daha sonra scree plot grafiği incelenmiştir. Matematik ğrenme Yaklaşımları leğinin öz değerlerine bağlı çizilen scree plot (izgi grafiği) şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği Çizgi Grafiği

Çizgi grafiğinin yorumlanmasında önemli olan noktalardan biri iki nokta arasındaki aralığın bir faktöre işaret etmesidir (Seçer, 2015). Yukarıdaki grafik incelendiğinde ölçeğin 3 faktöre işaret ettiği ve hızlı düşüşün üçüncü faktörden sonra olduğu görülmektedir. Diğer faktörler küçüktür ve aralarındaki mesafe çok yakındır. Maddelerin içeriklerine de bakılarak kavramsal olarak uygun olan üç faktör ile sınırlandırma yapılmıştır.

Yapılan ilk analiz sonunda “component matrix” tablosu incelenerek faktör yükü 0.32’nin altında olan maddeler ve binişik maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Ölçme aracı geliştirme sürecinde her maddenin faktör yük değeri en az 0.32 olmalıdır (Tabachnick ve Fidell, 2007) ve eğer bir madde birden fazla bir boyutta 0.32 ve üzeri yük değerine sahipse iki boyutta sahip olduğu yük değerleri arasında en az 0.10 fark olması gerekir (Seçer, 2015). Analiz sonunda 13 madde (1, 4, 7, 8, 11, 17, 18, 21, 25, 43, 46, 48, 51) binişik madde olduğu için, 9 madde (2, 5, 14, 23, 26, 30, 39, 45, 55) faktör yük değeri 0.32’nin altında olduğu için ölçekten çıkarılmıştır. Bu maddeler ölçekten çıkarıldıktan sonra açımlayıcı faktör analizi tekrarlanmış ve ölçekteki maddelerin faktör yük değerleri ve açıklanan toplam varyans değeri hesaplanmıştır. Stratejik öğrenme yaklaşımının hem yüzeysel hem de derinlemesine öğrenme yaklaşımının bir bileşimi olduğundan hareketle ölçme aracındaki alt faktörlerin birbirleriyle ilişkili oldukları

düşünülmüş eğiş döndürme tekniklerinden birisi olan direct oblimin tekniğı (Seğer, 2015) kullanılmıştır. Netice olarak Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeğı'nden 22 madde çıkartılmış ve ölçekte 33 madde kalmıştır. Tablo 3.9'da faktör yük değeri, açıklanan toplam varyans ve ölçeğe ait düzeltilmiş toplam-madde ölçek korelasyonları verilmektedir.

Tablo 3.9 MÖYÖ Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Madde No (Eski)	Madde No (Yeni)	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları
m32	m9	.727			.546
m44	m21	.678			.478
m50	m30	.677			.472
m47	m33	.671			.522
m52	m24	.581			.436
m41	m18	.563			.472
m54	m27	.542			.437
m38	m15	.526			.554
m20	m3	.478			.605
m35	m12	.462			.590
m29	m6	.423			.532
m28	m5		.661		.360
m31	m14		.661		.473
m22	m8		.618		.492
m49	m17		.612		.350
m13	m20		.607		.518
m34	m11		.605		.378
m40	m32		.576		.421
m16	m2		.542		.476
m37	m29		.539		.404
m19	m23		.533		.456
m10	m26		.427		.557
m33	m10			.722	.549
m36	m25			.615	.579
m42	m22			.601	.530
m24	m13			.553	.543
m12	m16			.530	.499
m6	m7			.516	.383
m27	m19			.509	.608
m9	m1			.501	.444
m53	m28			.491	.474
m3	m4			.467	.557
m15	m31			.442	.479
Özdeğerler		7.787	3.618	1.480	
Açıklanan varyans		% 23.597	% 10.965	% 6.486	
Açıklanan toplam varyans= % 41.048					

Ölçek maddelerinin içerikleri ve kuramsal yapı incelendiğinde faktör 1 “derinlemesine öğrenme yaklaşımı”, faktör 2 “yüzeysel öğrenme yaklaşımı” ve faktör 3 “stratejik öğrenme yaklaşımı” na uyan maddeler içermektedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımında 11 madde (m9, m21, m30, m33, m24, m18, m27, m15, m3, m12, m6),

yüzeysel öğrenme yaklaşımında 11 madde (m5, m14, m8, m17, m20, m11, m32, m2, m29, m23, m26), stratejik öğrenme yaklaşımında 11 madde (m10, m25, m22, m13, m16, m7, m19, m1, m28, m4, m31) bulunmaktadır.

Birinci faktördeki faktör yükleri .370- .713, ikinci faktördeki faktör yükleri 0.408-0.649, üçüncü faktördeki faktör yükleri .323-.697 arasında değişmektedir. Ölçeğin bütününde ise faktör yük değerleri .323 ile .713 arasında değişmektedir. Ölçekteki faktörler için öz değerler sırasıyla 8.960, 3.646, 1.550 şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımı faktörü toplam varyansın % 23.597'sini, yüzeysel öğrenme yaklaşımı faktörü % 10.965'ini ve stratejik öğrenme yaklaşımı faktörü % 6.486'sını açıklamaktadır. Üç faktör ise birlikte toplam varyansın % 41.048'ini açıklamaktadır. Açımlayıcı faktör analizinde % 40 ile % 60 arasında değişiklik gösteren varyans oranları ideal olarak kabul edilmektedir (Scherer, 1988). Ayrıca öğrenme yaklaşımları ile ilgili ölçek geliştirme çalışmaları incelendiğinde Özkan ve Sezgin Selçuk (2014)'in üç faktörlü Fizik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği toplam varyansın % 40'ını açıklamaktadır. Bu bağlamda geliştirilen bu ölçeğin varyansı geçerli kabul edilmiştir.

Düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları incelendiğinde, değerlerin .360 ile .608 arasında değiştiği görülmektedir. Madde-toplam korelasyonunun pozitif ve yüksek olması, maddelerin benzer davranışları örneklediğini ve testin iç tutarlılığının yüksek olduğunu gösterir. Ayrıca maddelerin ne derece ayırt edici olduğunu yorumlamakta da kullanılır. Madde-toplam korelasyonu .30'dan yüksek olan maddeler bireyleri iyi derecede ayırt etmektedir, .20-.30 arasındakiler düzeltilerek zorunlu durumlarda teste alınabilir, .20'den düşük maddeler ise testten atılmalıdır (Büyüköztürk, 2016). Bu durumda, Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nde bulunan bütün maddeler iyi derecede ayırt edicidir.

3.3.1.9.2 MÖYÖ'nün Doğrulayıcı Faktör Analizi

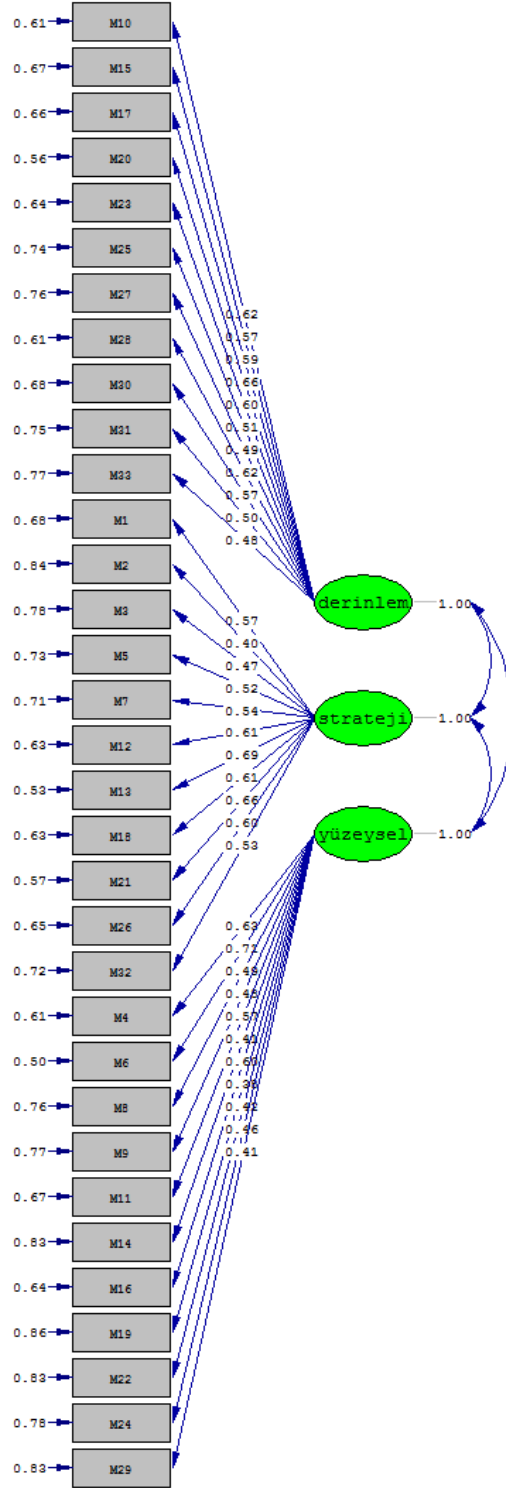
Doğrulayıcı faktör analizinde açımlayıcı faktör analizi ile elde edilen modelin doğrulanıp doğrulanmadığı tespit edilir. Daha önce benzer araştırmalarda kullanılan ölçekteki yapıya uyup uymadığı belirlenir (Sönmez ve Alacapınar, 2014).

Açımlayıcı faktör analizinin gerçekleştirildiği 790 öğrenciden elde edilen veriler ile doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada LISREL 8.51 programı kullanılmıştır.

Uyum indekslerinin değerlendirilmesinden kullanılan ölçütler çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Model veri uyumuna karar vermede kullanılan X^2/sd oranının 3 ve 3'ten küçük olması mükemmel uyumu, 3 ile 5 değerleri arasında olması kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Sümer, 2000). AGFI ve GFI indeksleri için .85 ile .90 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu, .90 ve üzerindeki değerler mükemmel uyumu ifade etmektedir (Marcholudis ve Schumacher, 2001). CFI indeksi için .95 ve üzerindeki değerler mükemmel uyumu, .90 ile .95 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Hu ve Bentler, 1999; Marcholudis ve Schumacher, 2001). RMSEA indeksi için .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel uyumu, .05 ile .08 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Meydan ve Şeşen, 2011; Şimşek, 2007). PGFI ve PNFI indeksleri için .50 ile .95 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu (Meyers, Gamst ve Guarino, 2006), .95 ile 1.00 arasındaki değerler mükemmel uyumu göstermektedir (Meydan ve Şeşen, 2011). Ayrıca PGFI değerinin 1.00'a yakın olması, modelin yalın ve sade olduğunu göstermektedir (Sümer, 2000). SRMR indeksi için .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel uyumu, .05 ile .10 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Kline, 2011).

Yukarıdaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirme yapıldığında matematik öğrenme yaklaşımları ölçeği için tüm uyum değerleri istenilen düzeylerde ve anlamlıdır ($X^2=1970.98$, $sd=492$, $p<.01$). X^2/sd oranı için elde edilen 4.00 değeri, 3 ile 5 arasında olduğundan kabul edilebilir uyumu temsil etmektedir. Ayrıca AGFI=.85, GFI=.87, CFI=.90, SRMR=.072 değerleri verilerin model ile uyumlu olduğunu göstermektedir.. RMSEA değeri p değeri ile birlikte değerlendirildiğinde .05'ten küçüktür. PGFI=.76, PNFI=.73 değerleri .50 ile .95 arasında olduğundan model-veri uyumu kabul edilebilir düzeydedir. Ayrıca PGFI değeri 1.00'e yakın olduğundan model yeterince yalın ve sadedir.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarını gösteren model ve madde faktör yük değerleri Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3 MÖYÖ Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler

Yukarıda verilen path diyagramı incelendiğinde ölçeğin faktör yük değerlerinin .38 ile .71 arasında değiştiği görülmektedir ve ölçeğin madde faktör yük değerleri istenen düzeydedir. Modele ilişkin tüm uyum indeksi değerleri yeterli düzeyde olduğundan test edilen modelin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi onaylanmıştır.

Çok faktörlü ölçeklerde ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi mutlaka yapılmalıdır (Seçer, 2015). İkinci düzey faktör analizinde ölçekteki gözlenen değişkenler birden fazla faktör altında toplanır ve daha kapsayıcı bir model altında bir araya getirilir (Meydan ve Şeşen, 2011). Matematik öğrenme yaklaşımları ölçeğinin ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi için tüm uyum değerleri istenilen düzeylerde ve anlamlıdır ($X^2=2013.85$, $sd=492$, $p<.01$). X^2/sd oranı için elde edilen 4.09 değeri, 3 ile 5 arasında olduğundan kabul edilebilir uyumu temsil etmektedir. Ayrıca AGFI=.83, GFI=.85, CFI=.90, SRMR=.090 değerleri verilerin model ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca RMSEA değeri p değeri ile birlikte değerlendirildiğinde .05'ten küçüktür (p value for test of close fit RMSEA=0.00). PGFI=.75, PNFI=.68 değerleri .50 ile .95 arasında olduğundan model-veri uyumu kabul edilebilir düzeydedir. Ayrıca PGFI değeri 1.00'e yakın olduğundan model yeterince yalın ve sadedir.

3.3.1.9.3 Güvenirlik Analizleri

Ölçek likert tipi bir ölçek olduğunda Cronbach alfa güvenirlik katsayısı kullanıldığından (Büyüköztürk, 2016) Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin güvenirliliğini belirlemek için Cronbach alfa ve test-tekrar test güvenirlik analizleri yapılmıştır. Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nde değerlendirme alt boyutlara göre yapılmaktadır. Ölçeğin güvenirliliği analiz edilirken de benzer şekilde alt boyutlara göre ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır. Ölçeğin tümüne ait Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı .789'dur. Derinlemesine öğrenme yaklaşımı alt boyutu için Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı .838, stratejik öğrenme yaklaşımı için .837, yüzeysel öğrenme yaklaşımı için .789 şeklindedir. Genel olarak güvenirlik katsayısı .70 ve üzerinde olan ölçekler güvenilir kabul edildiğinden (Fraenkel, Wallend ve Hyun, 2012) bu ölçek yeterli derecede güvenilirirdir.

Ayrıca test-tekrar test güvenirliliği için ölçek 54 kişilik gruba uygulandıktan 3 hafta sonra tekrarlanmıştır. Testler arasındaki Pearson Korelasyon katsayısı derinlemesine öğrenme

yaklaşımı alt boyutu için .520, stratejik öğrenme yaklaşımı için .451, yüzeysel öğrenme yaklaşımı için .289 şeklindedir ve istatistiksel olarak hepsi anlamlıdır ($p<.05$).

Bu sonuçlar ortaokul öğrencileri için geliştirilen matematik öğrenme yaklaşımları ölçeğinin güvenilir bir ölçme aracı olduğunu doğrulamaktadır.

3.3.1.10 Teste Son Şeklinin Verilmesi

Geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından sonra son şekli verilen Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin alt boyutlarından alınan puanların yükselmesi, öğrencilerin matematik dersinde o boyutu tercih etme eğilimlerinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Yani, ölçekte toplam puan üzerinden değil ölçeğin alt boyutlarından alınan puanlar üzerinden değerlendirme yapılmamaktadır. Öğrencinin verdiği cevaplardan bazıları derinlemesine, bazıları da yüzeysel öğrenme yaklaşımına uygun olabilir. Ancak değerlendirme öğrencinin ölçeğin alt boyutlarından aldığı puanların yüksek ya da düşük olmasına göre yapılmaktadır ve ilgili boyutlardaki puan ortalamalarından hareketle ağırlıklı olarak hangi yaklaşımı benimsediği belirlenir.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)'nin geçerlik-güvenirlik ve madde analizleri yapıldıktan sonraki son şekli Ek-2'de verilmiştir.

3.3.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT)

Araştırmaya katılan öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmek amacıyla Uzamsal Yetenek Testi (UYT) geliştirilmiştir. Ölçeğin geliştirilmesindeki amaç ortaokul seviyesindeki (6., 7. ve 8. sınıflar) öğrencilerin uzamsal yeteneklerini incelemektir. Araştırmaya 5. sınıfların dahil edilmemesinin sebebi uzman görüşleri ve pilot çalışmanın gerçekleştirildiği okullardaki matematik öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda öğrencilerin testteki soruları cevaplamak için yeterli düzeyde olmamalarıdır. Çalışmada uzamsal yetenek Lohman (1988) tarafından kabul edilen 3 bileşene ayrılarak incelenmiştir: Uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ve uzamsal ilişkiler. Uzamsal yetenek ile ilgili mevcut ölçekler incelenmiş ve bu üç bileşeni birlikte ölçen bir test bulunamadığı için araştırmacı tarafından yeni bir test geliştirilmiştir. Çeşitli uzamsal yetenek testi geliştirme çalışmaları (ör. Sezen Yüksel ve Bülbül, 2014; Turgut, 2015) incelenerek ölçek geliştirme sürecinde şu adımlar takip edilmiştir: Test

maddelerinin oluşturulması, kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşlerine başvurulması, madde analizleri, yapı geçerliği için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizlerinin yapılması, güvenilirlik analizlerinin yapılması, teste son şeklinin verilmesi.

3.3.2.1 UYT Test Maddelerinin Oluşturulması

Uzamsal yetenek testinin maddeleri oluşturulurken mevcut literatür göz önünde bulundurulmuştur. Lohman (1988) tarafından yapılan tanımlamalara ve hazırlanan diğer ölçeklere bakılarak bu çerçeveye uygun maddeler oluşturulmuştur, kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşüne gönderilmiştir.

Testin uzman görüşlerine gönderildiği ilk formunda toplam 28 madde ve 7 bölüm yer almaktadır. Testin 12 maddesi uzamsal görselleştirme, 8 maddesi uzamsal yönelim ve 8 maddesi uzamsal ilişkiler bileşenleri ile ilgilidir. Testin ilk versiyonu görüşleri alınmak üzere 2 matematik öğretmeni, 5 matematik eğitimi uzmanı olmak üzere 7 uzmana gönderilmiştir.

Testin ilk hali uzman görüşlerine gönderildikten sonra gelen dönütler ve bu dönütlere göre yapılan düzeltmeler şu şekildedir:

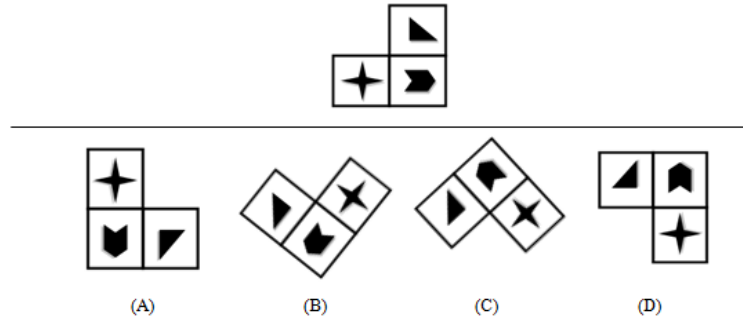
- Uzman görüşlerinden birine göre, testte sorular basitten zora doğru sıralanmış değildi. Örneğin 1. bölümün 3. sorusu bölümün en zor sorusuydu. Tüm bölümlerde sorular kolaydan zora olacak şekilde yeniden düzenlendi.
- Uzman görüşlerinden bir diğerine göre, birinci bölümün 1., 2. ve 3. sorularında yönleri aynı olan şıklar vardı. Öğrenciler o şıklara odaklanarak diğer şıklara bakmadan o sorulara cevap verebilirlerdi. Bölümün tüm sorularında seçeneklerin hepsi farklı yöne bakacak değişiklik yapıldı.
- Uzmanlar birinci bölümde 4, ikinci bölümde 2 soru olmasını eleştirdiler. Bunun sebebi tüm bileşenler için toplam 8'er tane soru bulunmasıydı. Uzamsal yetenek ile ilgili 3 farklı bölüm bulunduğundan dağılım 2-3-3 şeklinde yapıldı.
- 5. ve 7. bölümlere uzman görüşleri doğrultusunda daha basit sorular eklendi.

Uzman görüşlerine gönderildikten sonra gelen dönütler doğrultusunda ölçek yeniden düzenlenmiştir ve tekrar değerlendirilmek üzere uzman görüşlerine yeniden gönderilmiştir. Testi yeniden değerlendirenler 2 matematik öğretmeni, 6 matematik eğitimi uzmanı ve 1 ölçme değerlendirme uzmanı olmak üzere toplam 9 kişidir.

Testin ikinci halinde toplam 24 madde ve 7 bölüm yer almaktadır. Testin 8 maddesi uzamsal görselleştirme, 8 maddesi uzamsal yönelim ve 8 maddesi uzamsal ilişkiler bileşenleri ile ilgilidir. Uzamsal ilişkiler bileşeni ile ilgili sorular testin 1. ve 4. bölümlerinde, uzamsal yönelim bileşeni ile ilgili sorular testin 2., 5. ve 7. bölümlerinde, uzamsal görselleştirme bileşeni ile ilgili sorular testin 3. ve 6. bölümlerinde yer almaktadır. Uzamsal yetenek testinin her bir bölümündeki sorulara örnekler aşağıda verilmiştir:

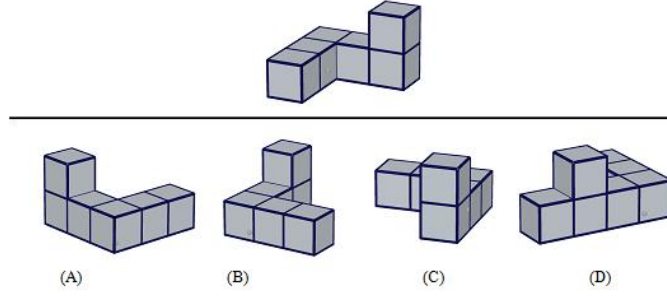
Hazırlanan uzamsal yetenek testinin her bir bölümünde sorulara geçmeden önce kısa bir açıklama yer almaktadır. Ardından bölümde yer alan sorulara benzer bir soru örnek olarak verilerek cevaplandırılmıştır.

Testin uzamsal ilişkiler bileşeni için iki bölümde sorular hazırlanmıştır. Birinci bölüm için hazırlanan sorularda çeşitli nesneler ve onların döndürülmüş hallerini gösteren şekiller bulunmaktadır. Her bir soruda çizginin üstünde bir şekil ve altında dört şekil bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekillerden üç tanesi bu şeklin döndürülmüş hali, bir tanesi ise değildir. Öğrencilerden seçenekteki şekillerden hangisinin çizginin üstündeki şeklin döndürülmüş hali olmadığını bulmaları istenmektedir (Şekil 3.4).



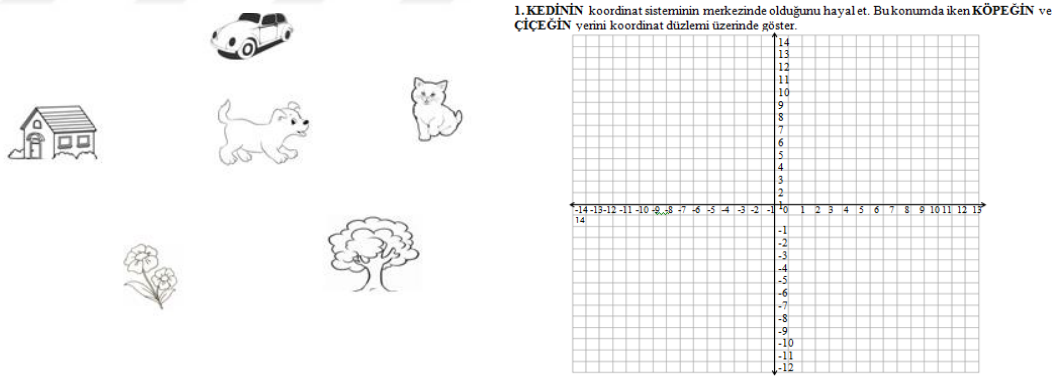
Şekil 3.4 Birinci Bölüm için Örnek Soru

Uzamsal ilişkiler yeteneğinin ikinci kısmı için hazırlanan sorular testin dördüncü bölümünde yer almaktadır. Bu bölümde çizginin üstünde bir şekil ve altında dört şekil bulunmaktadır. Üç seçenekteki şekil çizginin üstündeki şeklin aynısı olup çeşitli açılardan döndürülmesi ile oluşmuştur, bir seçenekteki şekil ise farklı bir şekildir. Öğrencilerden çizginin üstündeki şekil ile aynı olmayan şekli bulmaları istenmektedir (Şekil 3.5).



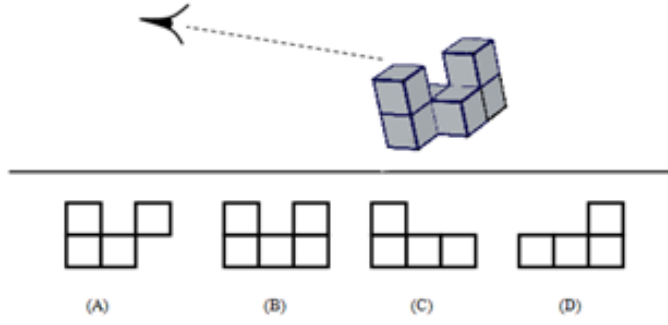
Şekil 3.5 Dördüncü Bölüm için Örnek Soru

Testin uzamsal yönelim bileşeni için üç bölümde sorular hazırlanmıştır. İlk bölümde hazırlanan sorularda çeşitli nesnelerden oluşan bir resim ve bazı nesnelerin aralarındaki yönleri belirlemek amacıyla bir “koordinat sistemi” verilmiştir. Uzamsal yetenek testinin ikinci bölümünde yer almaktadır. Öğrencilerden bu bölümde soruları cevaplarken, bir nesnenin koordinat sisteminin merkezinde olduğunu hayal ederek merkezdeki nesnenin konumuna göre verilen diğer iki nesnenin yerini tahmini olarak belirlemeleri ve koordinat sistemine yerleştirmeleri istenmektedir (Şekil 3.6).



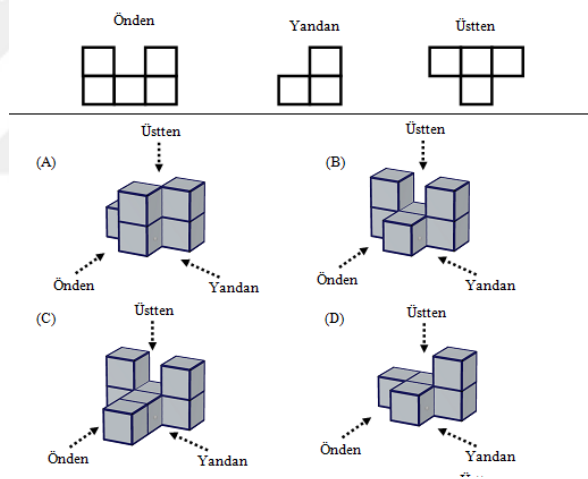
Şekil 3.6 İkinci Bölüm için Örnek Soru

Uzamsal yönelim yeteneğinin ikinci kısmı için hazırlanan sorular testin beşinci bölümünde bulunmaktadır. Bu bölümde bir kişi küplerden oluşan şekillere bakmaktadır. Öğrencilerden çizginin altında verilen şekillerden hangisinin şeklin bakış açısına bağlı olarak görünümü olduğunu bulmaları istenmektedir (Şekil 3.7).



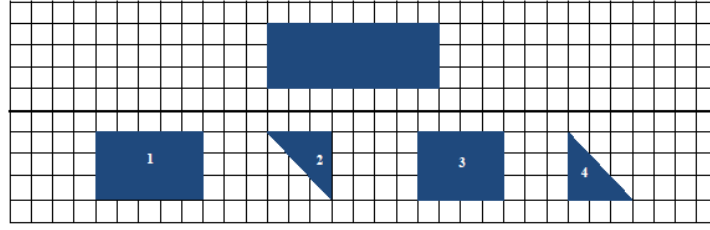
Şekil 3.7 Beşinci Bölüm için Örnek Soru

Uzamsal yönelim yeteneğinin üçüncü kısmı için hazırlanan sorular testin yedinci bölümündedir. Sorularda çizginin üzerinde bir şeklin önden, yandan ve üstten görünümü ile çizginin altında şeklin kendisi verilmektedir. Öğrencilerden şeklin üç farklı yönden görünümünü dikkate alarak şekli bulmaları istenmektedir (Şekil 3.8).



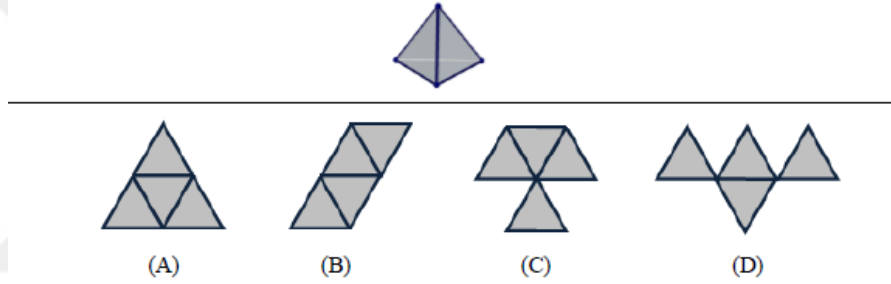
Şekil 3.8 Yedinci Bölüm için Örnek Soru

Testin uzamsal görselleştirme bileşeni için iki bölümde sorular hazırlanmıştır. İlk bölümde hazırlanan sorular testin üçüncü bölümündedir ve sorularda çizginin üstünde bir şekil ve altında onu oluşturabilecek çeşitli şekiller bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekiller sadece bir kez kullanılarak ve boyutları değiştirilmeden üstteki şekil oluşturulmaya çalışılmaktadır. Öğrencilerin şekli oluşturmak için birleştirilmesi gereken şekilleri daire içine almaları istenmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Üçüncü Bölüm için Örnek Soru

Uzamsal görselleştirme yeteneğinin ikinci bölümü için hazırlanan sorularda çeşitli nesneler ve açınımlarını gösteren şekiller bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekillerden bir tanesinin katlanmasıyla verilen şekil elde edilmektedir. Diğer üç şekil ile ise farklı şekiller elde edilmektedir. Öğrencilerden seçeneklerden hangisinin katlanmasıyla çizginin üzerinde verilen şeklin oluşturulacağını bulmaları istenmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Altıncı Bölüm için Örnek Soru

Test maddeleri uzman görüşlerine göre yeniden düzenlendikten sonra madde analizleri, geçerlik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır.

3.3.2.2 UYT'nin Uygulandığı Çalışma Grubu

Araştırmanın diğer veri toplama aracı olan “Uzamsal Yetenek Testi (UYT)” için geçerlik-güvenirlik çalışmaları ve madde analizleri 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde İstanbul ilinin çeşitli okullarında öğrenim görmekte olan toplam 704 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 3.10’da gösterilmiştir.

Tablo 3.10 Uzamsal Yetenek Testi'nin Uygulandığı Çalışma Grubu

Okul adı	Öğrenci Sayısı			Toplam
	6	7	8	
A Ortaokulu	-	117	150	267
B Ortaokulu	35	25	-	148
C Ortaokulu	119	130	128	377
Toplam	154	272	278	704

Uzamsal Yetenek Testi'nin (UYT) geliştirilmesi aşamasında 3 farklı okuldan toplam 704 öğrenciden elde edilen veriler değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 154'ü 6. sınıf, 272'si 7. sınıf ve 278 öğrenci 8. sınıfta öğrenim görmektedir.

3.3.2.3 UYT Madde Analizlerinin Yapılması

Uzamsal yetenek testinin pilot çalışması 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde İstanbul ilinde toplam 704 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma ile elde edilen veriler madde analizi aşamasında Microsoft Office Excel 2010 programından yararlanılmıştır. Puanlama her bir doğru cevap için 1, yanlış cevap için 0 şeklinde yapılmıştır.

Madde analizlerinde madde ayırt edicilik indeksi ve madde güçlük indeksi değerleri hesaplanmıştır. Madde ayırt edicilik gücü indeksinin temel işlevi sorunun zorluk ya da kolaylık derecesini göstermesidir. Madde güçlük indeksinin 0'a yaklaşması maddenin zorlaştığını, 1'e yaklaşması maddenin kolaylaştığını göstermektedir. Madde ayırt edicilik indeksi ise bir testteki maddelerin, ölçülmek istenilen özelliğe sahip olanlar ile olmayanları ayırt edebilmesidir. Madde geçerlik katsayısı olarak da adlandırılır (Atılğan, 2009).

Her iki indeksin hesaplanmasında da maddeyi üst ve alt gruplarda doğru cevaplayanların yüzdeleri alınır. Madde güçlük indeksi hesaplanırken alt ve üst gruplarda maddeyi doğru cevaplayanların toplamı, alt grup ve üst gruptaki toplam öğrenci sayısına bölünür. Madde ayırt edicilik indeksi hesaplanırken bu yüzdelerin farkı alınır ve grupların herhangi birindeki öğrenci sayısına bölünür (Baykul, 2010). Bu çalışmada 704 öğrencinin % 27'si hesaplanmıştır. Puan sıralamasına göre ilk 190 öğrenci üst grubu, son 190 öğrenci alt grubu oluşturmaktadır.

Madde ayırt edicilik gücü indeksi ve madde güçlük indeksi değerlendirme kriterleri Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’de verilmektedir (Baykul, 2010; Tekindal, 2009).

Tablo 3.11 Madde Ayırt Edicilik Gücü İndeksi Değerlendirme Kriterleri

Madde ayırt edicilik gücü indeksi	Değerlendirme
0.40 ve üstü	Çok iyi
0.30-0.39	Oldukça iyi
0.20-0.29	Düzeltilerek kullanılabilir
0.19 ve altı	Çok zayıf testten çıkarılmalı

Tablo 3.12 Madde Güçlük İndeksi Değerlendirme Kriterleri

Madde güçlük indeksi	Değerlendirme
0.00-0.39	Zor
0.40-0.60	Orta güçlükte
0.61-1.00	Kolay

Tablo 3.13’te Uzamsal Yetenek Testi’nin madde analizi değerleri verilmiştir.

Tablo 3.13 Uzamsal Yetenek Testi’nin Madde Analizi Değerleri

Madde No	N	Ortalama	Standart Sapma	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Değerlendirme
M1_1	704	.52	.500	0.28	0.54	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M1_2	704	.57	.495	0.30	0.46	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M1_3	704	.50	.500	0.28	0.53	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M1_4	704	.55	.498	0.29	0.51	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M2_1	704	.22	.413	0.14	0.49	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M2_2	704	.32	.468	0.21	0.65	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M3_1	704	.38	.486	0.21	0.50	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M3_2	704	.34	.473	0.18	0.41	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M3_3	704	.30	.458	0.18	0.49	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M3_4	704	.37	.482	0.21	0.51	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M4_1	704	.76	.425	0.38	0.48	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M4_2	704	.58	.494	0.31	0.64	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M4_3	704	.19	.393	0.08	-0.01	Zor ve ayırt edici değil
M4_4	704	.46	.499	0.26	0.48	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M5_1	704	.71	.455	0.38	0.42	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M5_2	704	.54	.499	0.29	0.57	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M5_3	704	.47	.500	0.26	0.62	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M6_1	704	.49	.500	0.25	0.47	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M6_2	704	.82	.388	0.42	0.38	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M6_3	704	.81	.389	0.40	0.46	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M6_4	704	.71	.455	0.37	0.50	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M7_1	704	.51	.500	0.29	0.52	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M7_2	704	.43	.495	0.25	0.55	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi
M7_3	704	.42	.494	0.24	0.46	Zor ve ayırt ediciliği çok iyi

Madde analizi sonuçlarına göre en düşük güçlük değerine sahip olan madde 0.08, en yüksek güçlük değerine sahip olan madde ise 0.42 değerine sahiptir. Diğer maddeler ise 0.14 ile 0.40 arasında değişim göstermektedir. Madde ayırt edicilik değerlerine bakıldığında en düşük -0.01 değerinin ve en yüksek 0.65 değerinin olduğu görülmektedir. Diğer maddeler ise 0.38 ile 0.64 değerleri arasında değişim göstermektedir. Ayrıca madde ayırt edicilik değeri göz önünde bulundurularak M4_3 ayırt edici olmadığından testten çıkarılmıştır. Tablo 3.14'te testin geneline ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3.14 Uzamsal Yetenek Testi'nin Geneline ait Bilgiler

Madde Sayısı	23
Uygulanan Kişi Sayısı	704
Ortalama	11.9
Standart Sapma	4.75
Basıklık	-0.301
Çarpıklık	0.296
Ortalama Madde Güçlüğü	0.11
Ortalama Madde Ayırt Ediciliği	0.24

Uzamsal Yetenek Testi'nin geneline ait bilgiler değerlendirildiğinde, testin zor bir test olduğu söylenebilir. Ayrıca bu sonuçlara göre test ayırt edicilik gücü çok iyi bir testtir.

3.3.2.4 Uzamsal Yetenek Testi'nin Açımlayıcı Faktör Analizi

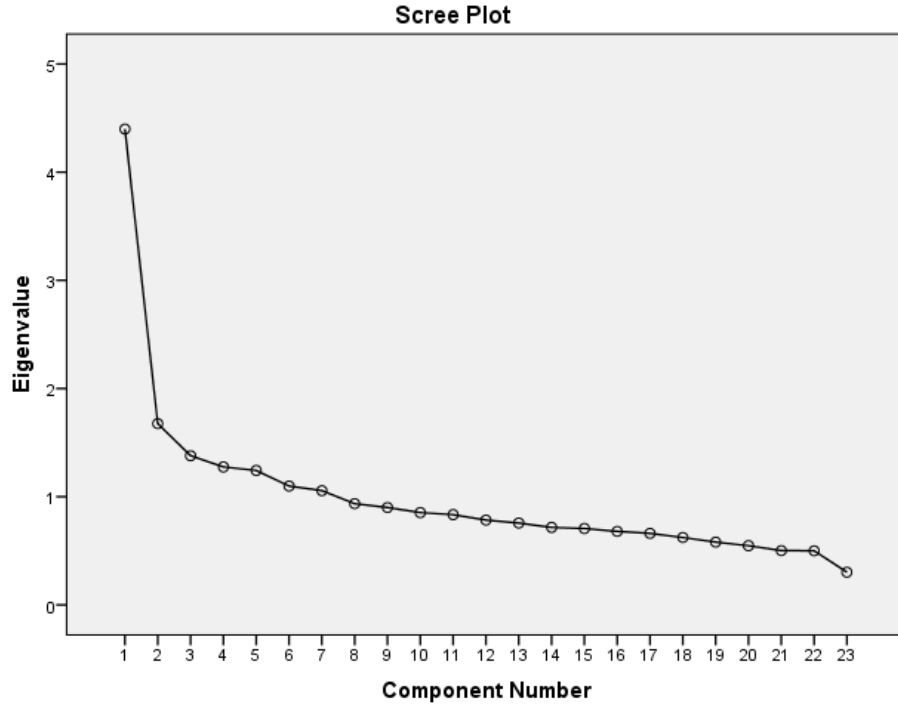
Uzamsal yetenek testinin yapı geçerliği için önce açımlayıcı faktör analizi daha sonra doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Seçer (2015), 30 ve üzeri madde bulunan ölçekte madde sayısının iki ya da üç katı büyüklüğünde bir örneklemin yeterli olduğunu belirtmektedir. Pilot çalışmaya 704 kişilik bir öğrenci grubu katıldığından örneklem büyüklüğünün faktör analizi için çok iyi olduğu belirlenmiştir. Verilerin açıklayıcı faktör analizine uygun olup olmadığını belirlemek için Kaiser Mayer Olkin (KMO) ve Bartlett testleri gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma için Tablo 3.16'ya göre KMO değeri 0.812 olarak bulunmuş ve Bartlett testinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Büyüköztürk'e (2016) göre KMO değerinin 0.60'dan yüksek olması ve

Bartlett testinin anlamlı olması verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.15 KMO ve Bartlett Test Sonuçları

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.812
Bartlett's Test of Sphericity	X ²	2637.853
	df	253
	Sig.	.000

Açımlayıcı faktör analizi 23 madde ile gerçekleştirilmiştir ve özdeğeri 1'den büyük olan yedi faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Ölçme aracının faktör sayısını belirlemeye yardımcı olarak kullanılan özdeğerlere dayalı çizgi grafiği (scree plot) aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.11 Uzamsal Yetenek Testi Çizgi Grafiği

Çizgi grafiği incelendiğinde ölçeğin 7 faktörlü bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Yedinci noktadan sonraki faktörler arasındaki mesafe çok benzerdir. Ölçeğin çok boyutlu olduğu belirlendikten sonra döndürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Uzamsal yeteneğin tanımlamaları ve ölçeğin maddeleri düşünülerek, ölçeğin maddelerinin

birbirleriyle ilişkili olduğu hipotezi ile Promax döndürme yöntemi gerçekleştirilerek her bir maddenin faktör yük değeri incelenmiştir. Ayrıca Turgut (2015) uzamsal yetenek ile ilgili ölçek geliştirme çalışmasında da aynı döndürme yöntemini kullanmıştır. Açıklayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3.16 UYT Alt Faktörleri ve Faktör Yükleri

Madde No	1.Boyut	2.Boyut	3.Boyut	4.Boyut	5.Boyut	6.Boyut	7.Boyut
3.1	.777						
3.2	.790						
3.3	.607						
3.4	.611						
6.1		.525					
6.2		.749					
6.3		.690					
6.4		.726					
4.1			.606				
4.2			.727				
4.4			.684				
5.1				.763			
5.2				.710			
5.3				.559			
2.1					.881		
2.2					.890		
1.1						.648	
1.2						.808	
1.3						.346	
1.4						.540	
7.1							.591
7.2							.563
7.3							.736
Özdeğerler	4.399	1.675	1.379	1.275	1.242	1.098	1.056
Açıklanan Varyans:	% 19.126	% 7.284	% 5.995	% 5.543	% 5.402	% 4.775	% 4.590
% 52.714							

Birinci faktör, toplam varyansın % 19.126’sını açıklamaktadır ve dört madde içermektedir. İkinci faktör toplam varyansın % 7.284’ünü açıklamaktadır ve dört madde içermektedir. Üçüncü faktör toplam varyansın % 5.995’ini açıklamaktadır ve üç madde içermektedir. Dördüncü faktör toplam varyansın % 5.543’ünü açıklamaktadır ve üç madde içermektedir. Beşinci faktör toplam varyansın % 5.402’sini açıklamaktadır ve iki madde içermektedir. Altıncı faktör toplam varyansın % 4.775’ini açıklamaktadır ve dört madde içermektedir. Yedinci faktör toplam varyansın % 4.590’ını açıklamaktadır ve üç madde içermektedir. Faktörlerde toplanan maddeler dikkate alındığında uzamsal

yetenek testinde yer alan yedi bölümün her birinin bir faktörü oluşturduğu görülmektedir. Ölçeğin tamamında madde faktör yükleri 0.346 ile 0.890 arasında değişmektedir. Tüm maddelerin faktör yükleri 0.30'un üzerinde olduğundan kabul edilebilir değerler içerisinde (Büyüköztürk, 2016). Açıklanan toplam varyans % 52.714'dür. Henson ve Roberts (2006) % 52 ve üzerinde bir değer sağlanması gerektiğini belirtmektedir. Dolayısıyla Uzamsal Yetenek Testi açıklanan toplam varyans için gerekli yüzdeyi sağlamaktadır.

Açımlayıcı faktör analizi sonuçlarına göre, birinci faktör testin üçüncü bölümüyle, ikinci faktör testin altıncı bölümüyle, üçüncü faktör testin dördüncü bölümüyle, dördüncü faktör testin beşinci bölümüyle, beşinci faktör testin ikinci bölümüyle, altıncı faktör testin birinci bölümüyle ve yedinci faktör testin yedinci bölümüyle eşleşmektedir. Uzamsal Yetenek Testi'nin son şeklinde testteki bölümler uzamsal yeteneğin farklı bileşenlerine göre incelendiğinde, Tablo 3.17'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.17 Uzamsal Yeteneğin Bileşenlerine göre Faktör Numaraları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Testin son şeklindeki bölüm numarası	Açımlayıcı faktör analizinden elde edilen faktör numarası
Uzamsal Yönelim	2	5
	5	4
	7	7
Uzamsal İlişkiler	1	6
	4	3
Uzamsal Görselleştirme	3	1
	6	2

5., 4. ve 7. faktörler uzamsal yönelim bileşeniyle, 6. ve 3. faktörler uzamsal ilişkiler bileşeniyle, 1. ve 2. faktörler uzamsal görselleştirme bileşeniyle ilişkilidir.

3.3.2.5 Uzamsal Yetenek Testi'nin Doğrulayıcı Faktör Analizi

Uzamsal yetenek testinin açıklayıcı faktör analizi yapıldıktan sonra ölçekteki maddelerin belirlenen model ile uyumunu incelemek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Uyum indekslerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler pek çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Model veri uyumuna karar vermede kullanılan X^2/sd oranının 3 ve 3'ten küçük olması mükemmel uyumu, 3 ile 5 değerleri arasında olması kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Sümer, 2000). IFI, RFI değerleri için .90 ile .95 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu, .95 ve üzeri değerler mükemmel

uyumu göstermektedir (Marcholudis ve Schumacher, 2001). AGFI ve GFI indeksleri için .85 ile .90 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu, .90 ve üzerindeki değerler mükemmel uyumu ifade etmektedir (Marcholudis ve Schumacher, 2001). RMSEA ve RMR indeksleri için .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel uyumu, .05 ile .08 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Şimşek, 2007; Meydan ve Şeşen, 2011). CFI indeksi için .95 ve üzerindeki değerler mükemmel uyumu, .90 ile .95 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Hu ve Bentler, 1999; Marcholudis ve Schumacher, 2001). PGFI ve PNFI indeksleri için .50 ile .95 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu (Meyers, Gamst ve Guarino, 2006), .95 ile 1.00 arasındaki değerler mükemmel uyumu göstermektedir (Meydan ve Şeşen, 2011). Ayrıca PGFI değerinin 1.00'a yakın olması, modelin yalın ve sade olduğunu göstermektedir (Sümer, 2000). SRMR indeksi için .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel uyumu, .05 ile .10 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Kline, 2011).

Yukarıdaki kriterler göz önüne alınarak değerlendirme yapıldığında, modele ait uyum indekslerinin mükemmel ve kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($X^2=293.82$, $df=209$, $X^2/df=1.40$, AGFI=0.95; CFI=0.97, GFI=0.96, NNFI=0.96, IFI=0.97, RMSEA=0.024, RMR=0.0074, SRMR=0.032, PGFI=0.73, PNFI=0.74). Ölçeğin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 3.18'de verilmiştir.

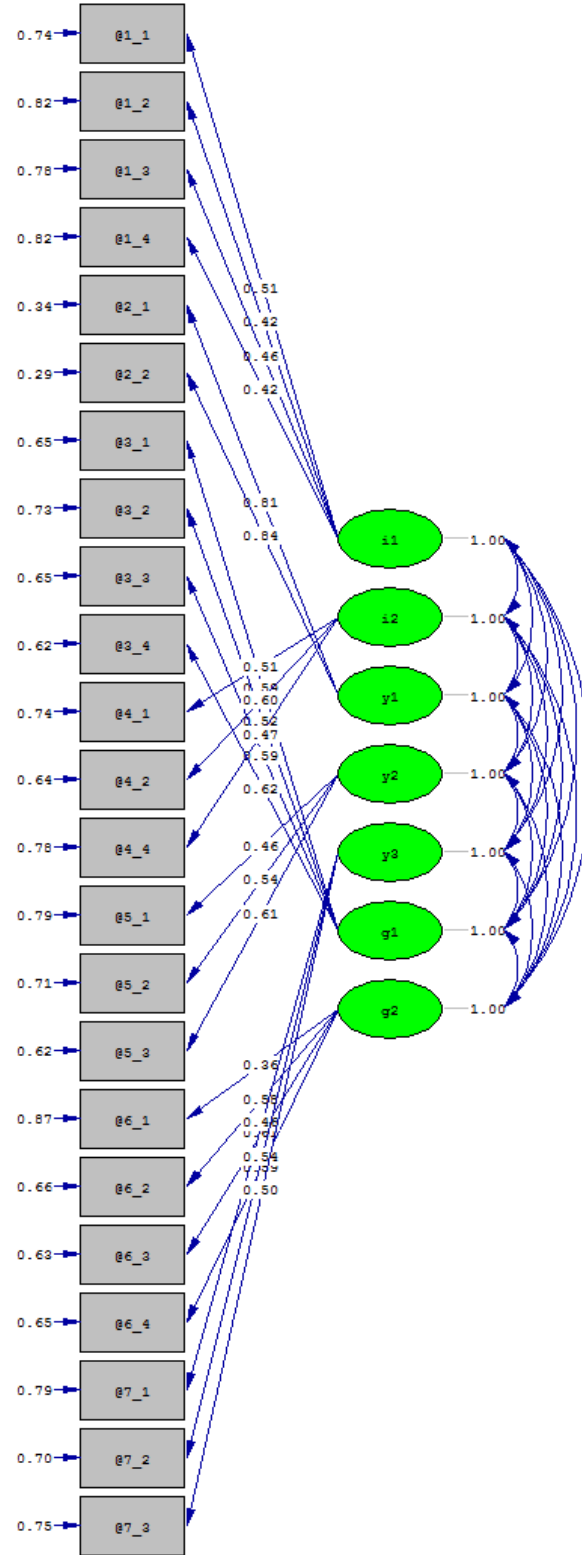
Tablo 3.18 UYT Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

İncelenen Uyum İndeksleri	Elde Edilen Uyum İndeksleri	Sonuç
X^2/df	1.40	Mükemmel Uyum
AGFI	0.95	Mükemmel Uyum
CFI	0.97	Mükemmel Uyum
GFI	0.96	Mükemmel Uyum
NNFI	0.96	Mükemmel Uyum
IFI	0.97	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.024	Mükemmel Uyum
RMR	0.0074	Mükemmel Uyum
SRMR	0.032	Mükemmel Uyum
PGFI	0.73	Kabul Edilebilir Uyum
PNFI	0.74	Kabul Edilebilir Uyum

Yukarıdaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirme yapıldığında Tablo 3.19'daki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, tüm uyum değerlerinin istenilen düzeylerde ve anlamlıdır ($X^2=293.82$, $df=209$, $p<0.01$).

Uzamsal yetenek testinin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarını gösteren model ve madde faktör yük değerleri Şekil 3.12'de verilmiştir.





Chi-Square=293.82, df=209, P-value=0.00010, RMSEA=0.024

Şekil 3.12 UYT Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler

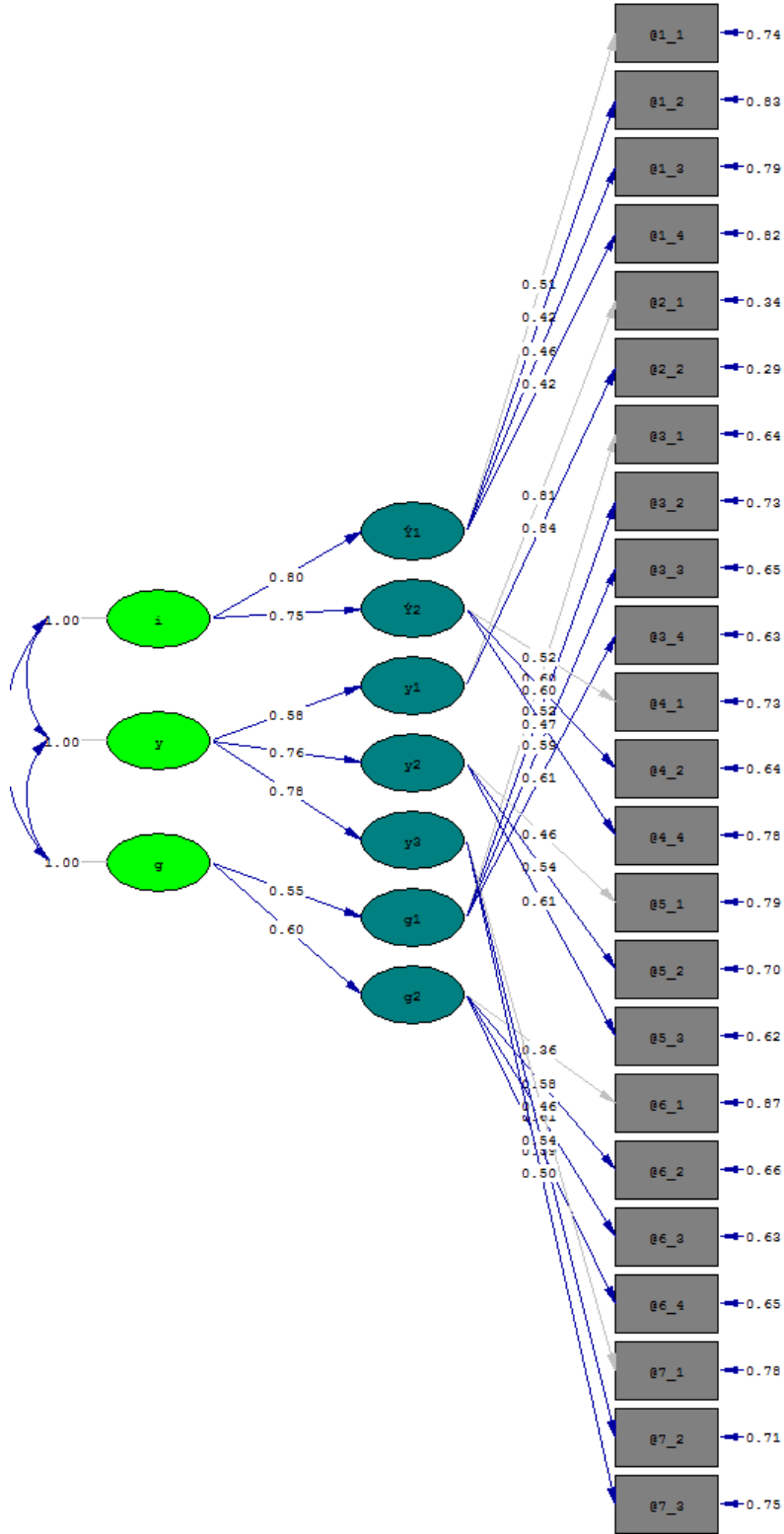
Yukarıda verilen path diyagramı incelendiğinde ölçeğin faktör yük değerlerinin .36 ile .84 arasında değiştiği görülmektedir ve ölçeğin madde faktör yük değerleri istenen düzeydedir. Modele ilişkin tüm uyum indeksi değerleri yeterli düzeyde olduğundan test edilen modelin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi onaylanmıştır. Çok faktörlü ölçeklerde ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi mutlaka yapılmalıdır (Seçer, 2015). Uzamsal yetenek testinin ikinci düzey faktör analizi sonuçları Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19 UYT İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

İncelenen Uyum İndeksleri	Elde Edilen Uyum İndeksleri	Sonuç
X^2/df	1.45	Mükemmel Uyum
AGFI	0.95	Mükemmel Uyum
CFI	0.96	Mükemmel Uyum
GFI	0.96	Mükemmel Uyum
NNFI	0.95	Mükemmel Uyum
IFI	0.96	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.025	Mükemmel Uyum
RMR	0.0080	Mükemmel Uyum
SRMR	0.035	Mükemmel Uyum
PGFI	0.77	Kabul Edilebilir Uyum
PNFI	0.77	Kabul Edilebilir Uyum

İkinci düzey faktör analizinden elde edilen uyum indeksleri şu şekildedir: $X^2/df= 1.45$, AGFI=0.95; CFI=0.96, GFI=0.96, NNFI=0.95, IFI=0.96, RMSEA=0.025, RMR=0.0080, SRMR=0.035, PGFI=0.77, PNFI=0.77. Bu sonuçlara göre, tüm uyum değerlerinin istenilen düzeylerde ve anlamlıdır ($X^2=319.08$, $df=220$, $p<0.01$). İkinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları modelin mükemmel bit uyum gösterdiğini doğrulamaktadır.

Uzamsal yetenek testinin ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarını gösteren model ve madde faktör yük değerleri Şekil 3.13’te verilmiştir. Şekil 3.13 incelendiğinde yedi tane birinci düzey faktör ve üç adet ikinci düzey faktör bulunmaktadır. Birinci düzey faktörlere ait yük değerleri .36 ile .84 arasında, ikinci düzey faktörlere ait yük değerleri .55 ile .80 arasında değişmektedir.



Chi-Square=319.08, df=220, P-value=0.00001, RMSEA=0.025

Şekil 3.13 UYT İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları ve Standart Çözümler

3.3.2.6 Uzamsal Yetenek Testi'nin Güvenirlik Analizleri

Uzamsal yetenek testinin güvenirliliği için iç tutarlılık (Cronbach's alpha) değeri incelenmiştir. Teste verilen cevaplar 0-1 şeklinde değerlendirildiğinde KR-20 ile Cronbach alpha katsayılarının aynı sonucu verdiği (Cronbach, 1951) durumu göz önünde bulundurulmuştur. Geliştirilen uzamsal yetenek testinin geneline ait Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı .802 olarak elde edilmiştir. Uzamsal yeteneğin alt bileşenlerini ölçen bölümleri için güvenirlilik katsayıları uzamsal ilişkiler bileşeni için .790, uzamsal görselleştirme bileşeni için .792 ve uzamsal yönelim bileşeni için .800 şeklindedir. Genel olarak güvenirlilik katsayısı .70 ve üzerinde olan ölçekler güvenilir kabul edildiğinden (Fraenkel, Wallend ve Hyun, 2012) bu ölçek yeterli derecede güvenilirlerdir. Ayrıca test tekrar test güvenirliliği için ölçek 60 kişilik 7. sınıf düzeyinde bir gruba uygulandıktan 3 hafta sonra tekrarlanmıştır. Test-tekrar test korelasyonu $r=.561$ değerindedir ve anlamlıdır ($p<0.01$). Benzer şekilde alt bileşenler için sonuçlar anlamlıdır (uzamsal ilişkiler, $r=.592$, $p<0.01$; uzamsal görselleştirme, $r=.601$, $p<0.01$; uzamsal yönelim, $r=.590$, $p<0.01$). Bu sonuçlar uzamsal yetenek testinin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini ölçmek için güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

3.3.2.7 Uzamsal Yetenek Testi'ne Son Şeklinin Verilmesi

Uzamsal Yetenek Testi geçerlik, güvenirlilik ve madde analizleri sonunda toplam 23 maddeden oluşan bir test geliştirilmiştir (Ek-3). Testin son şeklinde 21 adet çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Testin ikinci bölümünde bulunan 2 soruda ise öğrencilerin verilen boşlukları doldurmaları gerekmektedir. Uzamsal Yetenek Testi'nin cevaplanması için uzman görüşleri de alınarak öğrencilere 45 dakika süre verilmiştir. Test doğru ya da yanlış cevap şeklinde 0-1 olarak değerlendirilmiştir. Testten alınacak en yüksek puan 23, en düşük puan ise 0'dır. Test her öğrencinin bireysel olarak soruları cevaplandırmasını gerektirmektedir. Ayrıca testte bulunan uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri ile ilgili (uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim) alt testler de her bir bileşen için ayrı ayrı değerlendirme yapılmasına imkan vermektedir.

3.3.3 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT)

Mühendislik tasarım temelli matematik uygulamalarının öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisini incelemek için araştırmacı tarafından 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) geliştirilmiştir. Testin geliştirilmesi sürecinde Pittalis ve Christou (2010) tarafından belirlenen yapı temel alınmıştır. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi matematik dersinde kullanılabilecek bir başarı testi formatında hazırlanmıştır. Testin hazırlanması sürecinde literatürde yer alan başarı testi geliştirme çalışmaları incelenerek aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- i. Testte ölçülecek yapının belirlenmesi
- ii. Test maddelerinin oluşturulması
- iii. Testin pilot uygulamasının gerçekleştirilmesi
- iv. Madde analizlerinin yapılması
- v. Güvenirlilik analizlerinin yapılması
- vi. Teste son şeklinin verilmesi

3.3.3.1 Testte Ölçülecek Yapının Belirlenmesi

Bu aşamada Pittalis ve Christou (2010) tarafından belirlenen kuramsal çerçeve temel alınmıştır. Pittalis ve Christou (2010) 3 boyutlu geometrik düşünme için dört beceri tanımlamaktadır. Bu becerilere ait özellikler tezin kuramsal çerçeve kısmında ayrıntılı olarak verilmiştir. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme için belirlenen beceriler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. 3 boyutlu nesnelerin gösterimi
 - a) 3 boyutlu nesnelerin farklı gösterimlerini birbirine dönüştürme
 - b) 3 boyutlu nesnelerin açınımlarını tanıma ve oluşturma
2. Uzamsal yapılanma
3. 3 boyutlu nesnelerin özelliklerinin kavramsallaştırılması
 - a) 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini tanıma
 - b) 3 boyutlu nesnelerin özelliklerini karşılaştırma
4. Ölçme

3.3.3.2 Test Maddelerinin Oluşturulması

Test maddelerinin oluşturulması aşamasında Pittalis ve Christou (2010) tarafından geliştirilen 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nden yararlanılmıştır. Testin kullanımı ile ilgili araştırmacılardan elektronik posta yoluyla gerekli izinler alınmıştır. Ayrıca testin alt boyutlarının içerdiği becerilere uygun olarak farklı sorular da araştırmacı tarafından eklenmiştir. Testin pilot uygulaması için toplam 26 sorudan oluşan bir taslak oluşturulmuştur. Bazı sorular birden fazla madde içermektedir. 3BGDT'nin İngilizce formu, İngilizceyi iyi derecede bilen bir matematik eğitimi uzmanına gönderilmiştir. Bu aşamadan sonra test kapsam ve görünüş geçerliği için değerlendirilmek üzere uzman görüşüne gönderilmiştir. Değerlendirme, testte yer alan soruların belirlenen kuramsal çerçeve uygunluğu, öğrenci seviyesine uygunluk ve dil ve anlatım açısından yapılmıştır. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'ni değerlendirenler arasında 2 matematik eğitimi uzmanı, 2 ortaöğretim matematik öğretmeni bulunmaktadır. Testin taslak formunda 6 madde 3 boyutlu nesnelerin gösterimi, 8 madde uzamsal yapılanma, 4 madde 3 boyutlu geometride ölçme ve 8 madde 3 boyutlu nesnelerin özelliklerinin kavramsallaştırılması ile ilgilidir. Testin son halinde yer alan maddelerin ilgili oldukları 3 boyutlu geometrik akıl yürütme türü tablo halinde EK-5'te verilmiştir.

3.3.3.3 Testin Pilot Uygulamasının Gerçekleştirilmesi

3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin pilot uygulaması 2015-2016 eğitim öğretim yılının ilk döneminde 82 tane 9.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi bir matematik başarı testi olarak düşünülerek geliştirildiğinden pilot çalışma uygulanacak olan grubun bir üst sınıfı olan lise birinci sınıflara uygulanmıştır. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin cevaplanması için uzman görüşleri de alınarak öğrencilere 45 dakika süre verilmiştir.

3.3.3.4 Madde Analizlerinin Yapılması

3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nde yer alan maddelerin ortalama ve standart sapma değerleri ile maddeyi üst ve alt gruplarda doğru cevaplayanların yüzdeleri alınarak hesaplanan madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksi değerleri Tablo 3.20'de verilmektedir.

Tablo 3.20 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testinin Madde Analizine Yönelik Bulgular

Madde No	N	Madde Güçlük İndeksi	Madde ayırt edicilik indeksi	Değerlendirme
M1	82	0.57	0.41	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M2	82	0.61	0.59	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
M3	82	0.48	0.41	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M4	82	0.59	0.45	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M5	82	0.58	0.40	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M6	82	0.59	0.41	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M7	82	0.48	0.40	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M8	82	0.48	0.40	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M9	82	0.84	0.32	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M10	82	0.64	0.64	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
M11	82	0.59	0.31	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M12	82	0.68	0.64	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
M13	82	0.68	0.64	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
M14	82	0.68	0.64	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
M15	82	0.70	0.32	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M16	82	0.66	0.32	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M17	82	0.77	0.31	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M18	82	0.45	0.09	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok zayıf
M19	82	0.91	0.18	Kolay ve ayırt ediciliği çok zayıf
M20	82	0.50	0.32	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M21	82	0.66	0.33	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M22	82	0.59	0.23	Kolay ve ayırt ediciliği kullanılabilir
M23	82	0.52	0.36	Kolay ve ayırt ediciliği oldukça iyi
M24	82	0.48	0.59	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M25	82	0.43	0.41	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
M26	82	0.41	0.37	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği oldukça iyi

Madde analizi sonuçlarına göre, 18. ve 19. madde ayırt edicilikleri çok zayıf olduğu için testten çıkarılmıştır. Geriye kalan maddeler arasında en düşük güçlük değerine sahip olan madde 0.43, en yüksek güçlük değerine sahip olan madde ise 0.84 değerine sahiptir. Madde ayırt edicilik değerlerine bakıldığında en düşük 0.23 değerinin ve en yüksek 0.64 değerinin olduğu görülmektedir. Madde analizi sonunda çıkarılan maddelerden sonra testin geneline ilişkin bilgiler Tablo 3.21’de yer almaktadır.

Tablo 3.21 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi’nin Geneline ait Bilgiler

Madde Sayısı	24
Uygulanan Kişi Sayısı	82
Ortalama	16.5
Standart Sapma	3.44
Basıklık	0.139
Çarpıklık	-0.470
Ortalama Madde Güçlüğü	0.60
Ortalama Madde Ayırt Ediciliği	0.42

Tablo 3.21’de verilen sonuçlara göre 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi’nin geneline ait bilgiler değerlendirildiğinde, testin orta güçlükte bir test olduğu söylenebilir. Ayrıca bu sonuçlara göre test ayırt edicilik gücü çok iyi bir testtir (Baykul, 2010; Tekindal, 2009).

3.3.3.5 Güvenirlik Analizlerinin Yapılması

3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi’nden elde edilen veriler doğru-yanlış (1-0) şeklinde puanlanmıştır. Bu şekilde iki değer alan (dichotomous) veriler için güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında KR-20 (Kuder Richardson-20) yöntemi kullanılmaktadır (Baykul, 2010) ve bu veriler için cronbach alfa katsayısı KR-20 (Kuder Richardson-20) değerine eşittir (Kalaycı, 2014). Testte yer alan 24 sorunun homojen bir yapı gösteren bir bütünü ifade edip etmediği Cronbach Alfa güvenilirlik yöntemi ile belirlenmiştir (Kayış, 2010). Testin bütünü için Cronbach Alfa katsayısı 0.83 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ölçek yüksek derecede güvenilir (Kalaycı, 2014).

3.3.3.6 Teste Son Şeklinin Verilmesi

3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi geliştirme sürecinde yukarıda verilen adımlar takip edilmiş; madde analizleri, güvenirlik ve geçerlik analizleri yapılmış; toplam 24 maddeden oluşan bir test geliştirilmiştir (EK-4). Testin cevaplanması için belirlenen süre 45 dakikadır.

3.4 Verilerin Toplanması

Araştırmanın ölçek geliştirme süreci ile ilgili verileri 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde toplanmıştır. Araştırmanın ölçek geliştirme çalışmalarının, tasarım temelli matematik uygulamaları etkinliklerinin pilot çalışmasının tamamlanması ile birlikte araştırmanın yarı-deneysel uygulamasına geçilmiştir. Deney grubunda dersler Tasarım Temelli Matematik Uygulamaları ile yürütülürken, belirlenen kazanımlar doğrultusunda kontrol grubunda yer alan öğrencilere geleneksel yöntem kullanılarak öğretim yapılmıştır. Çalışma 8. sınıfların Matematik Uygulamaları seçmeli dersinde 8 hafta süre ile gerçekleştirilmiştir. Matematik Uygulamaları dersi öğrencilere daha ileri matematiksel problem çözme deneyimleri sağlamak amacıyla (MEB, 2013) seçmeli ders olarak ortaokul (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) müfredatında yer almaktadır. Ders haftada iki saat olarak belirlenmiş olup, amacı öğrencilere düzeylerine uygun matematiksel uygulamalar yapma fırsatı vererek matematik bilgi ve becerilerini geliştirirken matematiği sevdirmek ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktır (MEB, 2013).

Araştırmanın uygulama süreci 26.02.2016 tarihinde başlamış ve 13.05.2016 tarihinde sona ermiştir. Somut materyal destekli uygulamalar ve serbest matematik uygulamaları öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıflarda gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar destekli matematik uygulamaları ise okulun bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın Çalışma Takvimi Ek-6'da verilmektedir.

Uygulama sürecinde tüm dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Sadece uygulamaya başlamadan önceki hafta derslere, matematik öğretmenini ile girilmiş ve çalışma hakkında öğrenciler bilgilendirilmiştir. Çalışmanın ön testleri 04.03.2016 ve 11.03.2016 tarihlerinde birbirini takip eden iki haftaki derslerde deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Son testler ise 20.05.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

3.4.1 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi

Araştırmanın mühendislik tasarım destekli matematik uygulamalarının geliştirilmesi aşamasında öncelikle uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilere kazandırılması hedeflenen uzamsal yetenek bileşenlerinin yeterlilikleri göz önünde bulundurularak MEB (2013) müfredatı gözden geçirilmiştir. Ortaokul matematik dersi öğretim programı (2013)'nda yer alan uzamsal yetenek ile ilişki kazanımlar tüm sınıf düzeylerinde belirlenmiştir. Bu kazanımlardan 22 tanesi seçilip uzamsal yönelim, uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler bileşenlerine göre sınıflandırılarak tasarım görevleri oluşturulmuştur. Belirlenen kazanımlar doğrultusunda, üç modül dizayn edilmiştir. Modüllerin oluşturulmasında uygulamalar sırasında kullanılacak materyal durumu göz önünde bulundurulmuş, kazanım sayısı sınırlarında esnek davranılmıştır. Etkinliklerin kazanımlar ile ilişkilerini gösteren tablo EK-7'de verilmiştir. Belirlenen mühendislik tasarım destekli matematik uygulamaları Tablo 3.22'de gösterilmiştir. Ayrıca geliştirilen tasarım etkinliklerinin uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri ile ilişkisi de bu tabloda verilmiştir.

Etkinliklerin pilot çalışması 2014-2015 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde iki farklı ortaokulda sekizinci sınıfa devam eden öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaya katılan öğrenciler daha önce tasarım temelli matematik uygulamalarına yönelik bir tecrübe sahibi değildir. Pilot uygulamaların yürütüldüğü sınıfların öğretmenleri katılımcı bir şekilde pozitif bir tutum sergilemiştir. Uygulamalar sırasında sınıfta bulunarak araştırmacıya yardımcı olmuşlardır. Pilot uygulama sonrasında katılımcı öğrencilerden ve uygulama öğretmenlerinden geri bildirim alınmıştır. Bu geri bildirimler asıl uygulama öncesinde gerçekleştirilecek olan öğretim etkinliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır.

Tablo 3.22 Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri ve Uzamsal Yeteneğin Farklı Bileşenleri ile İlişkileri

Modül	Modül adı	Tasarım etkinliğinin adı	Uzamsal Yetenek Bileşeni
1.Modül	Bilgisayar destekli matematik uygulamaları	İzometrik çizimleri keşfediyorum Geometrik açınımlar Şekilleri döndürelim, öteleyelim	Uzamsal yönelim Uzamsal görselleştirme Uzamsal ilişkiler
2.Modül	Somut materyal destekli matematik uygulamaları	Legolarla geometrik şekiller tasarlıyorum Hediye paketi kaplama Çevremizdeki üç boyutlular	Uzamsal görselleştirme Uzamsal görselleştirme Uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme
3.Modül	Serbest matematik uygulamaları	Kendi kodlama programım ile yol tarif ediyorum Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor	Uzamsal yönelim Uzamsal görselleştirme

Tasarım temelli matematik uygulamalarındaki tüm modüller için gerçekleştirilecek mini tasarım görevleri oluşturulmuştur. Her bir modül için belirlenen mini tasarım görevi örnekleri Tablo 3.23'teki gibidir.

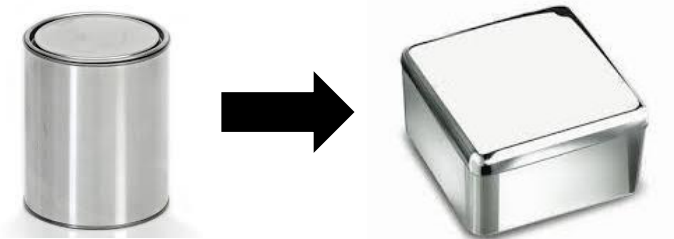
Tablo 3.23 Mini Tasarım Görevi Örnekleri

Modül	Modül adı	Tasarım etkinliğinin adı	Mini tasarım görevi
1.Modül	Bilgisayar Destekli Matematik Uygulamaları	İzometrik çizimleri keşfediyorum	En az 3 farklı renkte, en az 6 küpten oluşan ve bazı küplerin diğer küplerin önünde ya da arkasında kaldığı yapılar oluşturmak ve 2 boyutlu görünümelerini çizmek
2.Modül	Somut materyal destekli matematik uygulamaları	Legolarla geometrik şekiller tasarlıyorum	Birim küpler ile en büyük hacimli nesneler oluşturmak
3.Modül	Serbest matematik uygulamaları	Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor	Silindir şeklindeki yemek kaplarının yerine aynı miktarda yemek taşıyacak prizma şeklinde kaplar tasarlamak

Yukarıda verilen tasarım etkinliklerinden “Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor” başlıklı etkinliğin kısaca tanıtımı ve istenilen mini tasarım görevi şu şekilde örnek olarak verilmiştir:

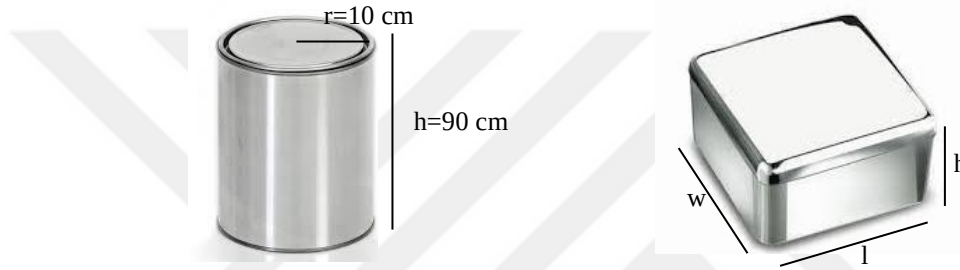
Bu etkinlikte öncelikle öğrencilere aşağıdaki senaryo verilmiştir.

“Bir yemek şirketi satışını yaptığı yemekleri silindir şeklinde kutulayıp taşıma işlemini gerçekleştirmektedir. Bu şirket bünyesinde çalışacak mühendisler işe alacaktır. Daha fazla yemek taşıyabilmek için başvuru yapan adaylardan yemeklerini taşıyacak farklı şekillerde kaplar tasarlamalarını istemektedir. Mühendislerin, şirketin kullandığı silindir şeklindeki kapların taşıdığı yemek miktarının aynısını taşıyan ancak daha az yüzey alanına sahip farklı boyutlardaki prizma şeklinde kaplar oluşturmaları gerekmektedir.”



“Oluşturduğunuz yemek kaplarının hacimlerini ve yüzey alanlarını karşılaştırarak en uygun taşıma kaplarını bulunuz.

Yukarıda verilen tasarım görevi araştırmacı tarafından öğrencilere açıklandıktan sonra, tasarım etkinliği içerisinde kullanacağı yemek şirketinin standart olarak kullandığı yemek kabının ölçüleri verilmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasında hacim, yüzey alanı ve ilişkili kavramlar ile ilgili öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu etkinlik ile öğrencilerden hacim ve yüzey alanı kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirerek kullanmaları istenmiştir.



Silindirin hacmi ile dikdörtgenler prizmalarının hacimleri karşılaştırılarak en uygun hacimde kutu elde edilecektir. Etkinlik serbest etkinlikler modülünde yer aldığından öğrenciler tasarım yapma aşamasında serbesttirler. İsterlerse materyal kullanabilir ya da ihtiyaç duymadan çeşitli hesaplamalar ile tasarımlarını oluşturabilir.

Her bir tasarım etkinliği için hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılarak derslere başlanmıştır. Çalışma yaprakları dağıtıldıktan sonra, çalışma yapraklarında bulunan yönergeleri dikkatlice okumaları istenmiş ve belirlenen adımları takip etmeleri gerektiği söylenmiştir. Bazı etkinlikler bireysel olarak gerçekleştirilirken, bazı etkinliklerde öğrencilerden grup çalışması ile arkadaşlarıyla çalışmaları istenmiştir.

Araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan çalışma yaprakları, tasarım temelli matematik uygulamaları için temel ders materyali olarak ve öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini incelemek için temel kaynak olarak kullanılmıştır. Öğrenciler, çalışma yaprakları üzerinde çözümlerini gerçekleştirmiş ve etkinlikte yer alan sorulara cevaplar vermiştir. Bu araştırmada kullanılan toplam 8 etkinlik bir kitapçık haline getirilerek birleştirilmiştir. Tasarım Temelli Matematik Uygulamaları isimli kitapçık temelde 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde etkinliklerin tanıtımı ve etkinlikler ile ilgili bilgiler (katılımcılar, süre, gerekli materyaller vb.), ikinci bölümde ise her bir etkinliğin çalışma

yaprağı yer almaktadır. Bu bakımdan hazırlanan kitapçık öğretmenlerin uygulamaları için bir rehber doküman özelliği taşımaktadır. Araştırma kapsamında hazırlanan kitapçık EK-9’da verilmiştir.

Tasarım görevlerinin oluşturulması aşamasında Brunsell (2012) tarafından belirlenen kavramsal çerçeve göz önünde bulundurulmuştur. Alanyazında çeşitli tasarım süreci adımları bulunmakla birlikte Brunsell (2012) sürecin tamamında; problemin tanımlanması, olası çözümlerin geliştirilmesi, çözümlerin analiz edilmesi, çözümlerin en uygun hale getirilmesi (test edilmesi, değerlendirilmesi ve gerekiyorsa tekrarlanması) ve iletişim adımlarının beklendiğini ifade etmiştir.

Tasarım temelli matematik etkinlikleri için hazırlanan çalışma yapraklarında “problemin tanımlanması” aşamasına uygun olarak öncelikle bir senaryo ve mühendislik projesinin genel bir tasarım özeti verilmiştir. Tasarım özeti bizzat araştırmacı tarafından tanıtılmış ya da öğrenciler ile işbirliğinde oluşturulmuştur. “Olası çözümlerin geliştirilmesi” aşamasında öğrenciler problemi çözmek için çok sayıda muhtemel çözüm yolu hakkında beyin fırtınası yaparlar. “Çözümlerin analiz edilmesi” aşamasında, ortaya konulan olası çözümler arasında, öğrenciler sonuçları analiz etmeye başlarlar. Bu süreçte, öğrenciler her bir çözümün tasarımın amacına ve kısıtlamalara uygun olup olmadığına karar verir. Öğrencilerden çözüm için sistematik bir yol kullanmaları istenir. Olası çözümler arasından uygun olan bir ya da birkaç tanesi seçilir. “Çözümlerin en uygun hale getirilmesi” aşamasında öğrenciler, çözümlerini test ederler. Zaman zaman öğrencilere tasarımlarını geliştirmeleri için çözümlerini yeniden test etme imkanı da verilir. “İletişim” aşamasında, öğrencilere en son çözümlerini, başarılarının delillerini ve bu çözüme ulaşma yollarını ifade etmeleri için bir sunum yapma imkanı verilir.

3.4.1.1 Araştırmacının Rolü

Deney ve kontrol gruplarının uygulama boyunca tüm derslerini bizzat araştırmacı yürütmüştür. Böylelikle her iki grubun sonuçlarının farklı etkenlerden etkilenmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Araştırmacının dersleri kendisinin yürütmesinin sebebi, dersi yürüten matematik öğretmenin çeşitli görselleri, bilgisayar programlarını kullanmada yetersiz olduğunu belirtmesidir. Araştırmacı çeşitli bilgisayar programlarına hâkimdir, etkinlikleri ve çalışma yapraklarını kendisi hazırladığından bu konuda yeterli

pratiğe sahiptir. Ancak uygulamalar boyunca dersin öğretmeni ile sürekli irtibat halinde olmuş ve zaman zaman kendisinden ders içinde yardım almıştır. Uygulamalara başlamadan önce deney ve kontrol grupları ile matematik öğretmeni eşliğinde derse girmiş ve çalışma hakkında öğrencileri bilgilendirmiştir. Katılımcılar sekizinci sınıf öğrencileri olduğundan dolayı gerçekleştirilecek olan uygulamaların aynı zamanda girecekleri TEOG sınavında da başarılarına katkı sağlayacağı bilgisi verilmiştir. Uygulamalar öğrencilerin zorluk yaşadıkları konulardan olan nesnelerin görselleştirilmesi ile ilgili olduğundan bu etkinliklerin kendilerine faydalı olacağı anlatılmıştır. Nitekim TEOG sınavına girdikten sonra da öğrencilerden gelen dönütler bu yöndedir. Öğrenciler sınavda üç boyutlu düşüncelerini gerektiren sorular çıktığını ve etkinliklerde öğrendiklerinin soruları cevaplamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

3.4.2 Geleneksel Öğretimin Gerçekleştirilmesi

Ortaokul matematik dersi öğretim programı (2013)'nda yer alan uzamsal yetenek ile ilişkili olarak belirlenen kazanımlar doğrultusunda tasarım temelli matematik etkinlikleri geliştirilmiştir. Aynı kazanımlar için kontrol grubunda yer alan öğrencilere geleneksel yöntem kullanılarak öğretim yapılmıştır. Bu grupta da dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür; düz anlatım ve soru-cevap tekniklerinden yararlanılmıştır. Uygulama boyunca öğretici aktiftir. Her konu sonunda, araştırmacı tarafından hazırlanan örnek sorular öğrenciler ile beraber çözülmüştür.

3.5 Verilerin Çözümlemesi

Araştırmada nicel verilerin yer aldığı ölçek geliştirme çalışmaları sırasında açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri, madde analizleri ve güvenirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Mühendislik tasarım temelli matematik uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi aşamasında elde edilen veriler nicel olarak analiz edilmiştir. İki faktörlü (2x2) karışık bir desende, grup ve ölçüm temel etki testlerinin anlamlı çıkması, araştırmacının manipülasyonunun bağımlı değişkendeki değişmelerin nedeni olduğu şeklinde yorum yapılamaz. Grup temel etki testinin (1) anlamlı çıkması, deney ve

kontrol grupları arasında genel bir fark olduğunu; ölçüm temel etki testinin (2) anlamlı çıkması ise ön test-son test puanları arasında genel bir fark olduğunu gösterir. Grup ve ölçüm ortak etkisi (3) ise ön test-son test puanları arasındaki farkın deney ve kontrol gruplarında farklı olduğunu gösterir. Ön test-son test kontrol gruplu deneysel çalışmada, araştırmacının temel ilgili odağı olan ve deneysel uygulamanın etkililiğini sınanan üçüncüsüdür. Ancak istenirse diğer iki etki testi de incelenebilir (Büyüköztürk, 2014).

Öncelikle, UYT, MÖYÖ ve 3BGDT aracılığıyla toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Her bir grup için veri sayısı 29'dan fazla olduğundan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları incelenmiştir (Kalaycı, 2014). Analiz sonunda elde edilen anlamlılık değerleri 0.05'den büyük ise verilerin normal dağılım gösterdiği, küçük ise normal dağılım göstermediği şeklinde yorum yapılmıştır. Tüm analiz sonuçları değerlendirilirken anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 3.24 UYT Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Grup	N	Ön Test		Son Test	
			Kolmogorov-Smirnov	p	Kolmogorov-Smirnov	p
UYT	Deney	35	.183	.004	.208	.001
(Genel)	Kontrol	40	.135	.104	.165	.017
UYT	Deney	35	.237	.000	.239	.000
(Uzamsal İlişkiler)	Kontrol	40	.202	.001	.170	.012
UYT	Deney	35	.163	.019	.224	.000
(Uzamsal Görselleştirme)	Kontrol	40	.208	.001	.290	.000
UYT	Deney	35	.273	.000	.209	.000
(Uzamsal Yönelim)	Kontrol	40	.159	.025	.161	.022

Tablo 3.24'te verilen Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonuçlarına göre Uzamsal Yetenek Testi (UYT)'nin ve uzamsal yeteneğin diğer bileşenlerinin değerlendirildiği alt testlerine ait ön test ve son test verilerinin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Dolayısıyla verilerin parametrik olmayan testler ile analiz edileceği sonucuna ulaşılmıştır. Gruplararası farkın analiz edildiği kısımda ilişkisiz iki örneklem için önerilen “Mann Whitney U Testi” ve grupları içi farkın analiz edildiği kısımda ise ilişkili ölçümler için kullanılan “Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi” (Büyüköztürk, 2016) kullanılmıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Uzamsal Yetenek

Test puanlarının öğrencilerin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre değişip değişmediğinin incelendiği kısımda “Kruskal Wallis H Testi” analizi yapılmıştır. Anlamlı farklılığın çıktığı durumlarda anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için “Mann Whitney U Testi” kullanılmıştır.

Tablo 3.25 3BGDT Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Grup	N	Ön Test		Son Test	
			Kolmogorov-Smirnov	p	Kolmogorov-Smirnov	p
3BGDT	Deney	35	.141	.054	.103	.200
	Kontrol	40	.147	.052	.125	.182

Tablo 3.25’te verilen Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonuçlarına göre 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi için deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$). Uygulama öncesinde ve sonrasında, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için 3 Boyutlu Geometri Düşünme Testi (3BGDT) ön test ve son test sonuçları ayrı ayrı incelenmiştir. Test sonuçları Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) ile analiz edilmiştir. Kovaryans analizi iki ve daha fazla sayıdaki grupta, bir bağımlı değişkenin ortalamalarının karşılaştırılmasında, bağımlı değişkeni etkileyen yani bağımlı değişkenle ilişkili olduğu düşünülen başka bağımlı değişkenlerin etkilerinin kontrol edilmesinde kullanılmaktadır (Kalaycı, 2014; Büyüköztürk, 2016). Kovaryans analizi, regresyon analizi ile varyans analizinin birleşimidir (Kalaycı, 2014). 3 boyutlu geometrik düşünme becerisi ile uzamsal yeteneğin birbiri ile ilişkili olduğu literatürde yer almaktadır (Pittalis ve Christou, 2010). Bu iki bağımlı değişkenin ilişkili olmasından hareketle verilere ANCOVA testi uygulanmıştır. ANCOVA testi uygulanmadan önce Büyüköztürk (2016) tarafından belirtilen normallik, bağımlı değişkene ilişkin grup varyanslarının homojenliği, regresyon doğrularının eğiminin homojenliği ve karşılaştırılacak grupların homojen olması varsayımları (Büyüköztürk, 2016) test edilmiştir. Öğrencilerin 3BGDT son test puanları bağımlı değişken, uygulanan yöntem bağımsız değişken ve UYT son test puanları ortak değişken (kontrol değişkeni/kodeğişken) olarak atanmıştır. Dolayısıyla, Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) istatistiğine uygun olarak 1 bağımsız, 1 bağımlı ve 1 kodeğişken

bulunmaktadır. İki yönlü ANOVA analizi, zamana bağlı olarak tekrarlı ölçümlerin kullanıldığı iki faktörlü karışık desenlerde uygulanan deneysel işlemin etkililiğini test etmek için kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2016). İki yönlü ANOVA analizi, kovaryans analizi gibi bağımlı değişkeni etkileyen yani bağımlı değişkenle ilişkili olduğu düşünülen başka bağımlı değişkenlerin kontrol edilmesine de imkan tanımaktadır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre değişip değişmediğinin incelendiği kısımda “Kruskal Wallis H Testi” kullanılmıştır.

Tablo 3.26 MÖYÖ Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Grup	N	Ön Test		Son Test	
			Kolmogorov-Smirnov	p	Kolmogorov-Smirnov	p
MÖYÖ (Derinlemesine)	Deney	35	.099	.200	.129	.153
	Kontrol	40	.107	.200	.143	.067
UYT (Stratejik)	Deney	35	.153	.067	.150	.054
	Kontrol	40	.108	.200	.089	.200
UYT (Yüzeysel)	Deney	35	.148	.052	.102	.200
	Kontrol	40	.081	.200	.115	.200

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği’nin analizleri her bir alt boyuta göre yapılmıştır çünkü toplam puan öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının belirlenmesi konusunda bir anlam ifade etmemektedir. Dolayısıyla yapılacak analizlere karar verme aşamasında da ölçeğin alt boyutlarına göre değerlendirme yapılmıştır.

3.5.2 Geçerlik ve Güvenirlik

Yarı-deneysel çalışmalarda bağımsız değişkenin etkisi konusunda gerçekçi bir fikir sahibi olmak için alınması gereken önlemler iç geçerlik kapsamında değerlendirilmektedir. Yani iç geçerlik, bağımlı değişkende gözlenen değişimlerin, bağımsız değişkenle açıklanması ile ilgilidir (Büyüköztürk, 2014). Dış geçerlik, bulguların genellenebilme derecesidir. Bulguların genellenebildiği evren büyüdükçe, araştırmanın dış geçerliği artacaktır. Zaman, olgunlaşma, deney öncesi ölçme, ayrı ölçme araç ve süreçleri, merkeze yönelme, yanlı gruplama, denek kaybı, gruplandırma-olgunlaşma etkileşimi iç geçerliğin etkilendiği faktörlerdir. Yani, iç geçerliği korumak

için dışsal değişkenler kontrol altına alınmalıdır. Ölçme-bağımsız değişken etkileşimi, yanlı-seçim-bağımsız etkileşimi, deneme tepkisi, bağımsız değişkenlerin etkileşimi dış geçerliğin etkilendiği faktörlerdir (Karasar, 2005). Bu çalışmada denekler gruplara yansız olarak atanmıştır. Tüm gruplara aynı ölçme araçları aynı kişi tarafından verilmiş ve tüm gruplara aynı kişi eğitim vermiştir. Deneysel desenlerde iç geçerliği tehdit eden faktörler, deneklerin yansız atanması güvence altına alınmış ve istenmedik dışsal faktörler fiziksel ya da istatistiksel olarak kontrol altına alınmış ise söz konusu değildir (Büyüköztürk, 2014). Bu faktörler göz önüne alındığında, araştırmanın iç geçerliğinin yüksek olduğu söylenebilir. Ancak deneysel desenlerin dış geçerlik bakımından sağlam olduğunu söylemek güçtür Özellikle deneysel desenlerin çoğu zaman küçük gruplar üzerinde yapılmak durumunda olunması sonuçların genellenebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Büyüköztürk, 2014). Dolayısıyla araştırmanın dış geçerliğinin düşük olduğu söylenebilir. Ayrıca nicel araştırmalarda ölçüm güvenirliği ve ölçüm geçerliği, geçerlik ve güvenirlik için tanımlanmaktadır. Ölçüm güvenirliği elde edilen sonuçların ölçüm süreci ya da ölçme aracına göre değişiklik gösterip göstermemesi ile ilgili iken, ölçüm geçerliği kavramsal ve işlemsel tanımların birbiri ile uyumlu olması ile ilgilidir (Neuman, 2007). Bu çalışmada geçerlik ve güvenirlik çalışmaları detaylı bir şekilde tanımlanmış prosedürler çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçme aracının geliştirilme aşaması ve yarı-deneysel çalışma detaylı olarak açıklanmıştır.

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde araştırmada elde edilen bulgular ve bunlara ilişkin yorumlar yer almaktadır.

4.1 Uzamsal Yetenek ile İlgili Bulgular

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

Tasarım temelli matematik uygulamalarının ve geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkilerini ölçmek için Uzamsal Yetenek Testi (UYT) ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

4.1.1 UYT Ön Test Verilerine İlişkin Bulgular

Uygulama öncesinde, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için Uzamsal Yetenek Testi (UYT) ön test sonuçları incelenmiştir. UYT ön test puanları Mann Whitney U Testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 4.1 Deney ve Kontrol Gruplarının UYT Ön Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	sd	U	p
Deney	35	41.56	1454.50	4.6	575.50	.128
Kontrol	40	33.93	1357.00			

*p<.05

Tablo 4.1’de yer alan analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin UYT ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur [U=575.50, p>.05]. Dolayısıyla UYT puanlarına genel olarak bakıldığında uygulama öncesinde grupların uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Deneysel çalışma öncesinde deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek açısından denk olduğu ifade edilebilir.

Araştırmada uzamsal yetenek üç farklı bileşen olarak incelendiğinden her bir bileşenin ön test puanlarına ait bulgular ayrı ayrı incelenmiştir.

Tablo 4.2 Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin UYT Bileşenlerinin Ön Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	sd	U	p
Uzamsal İlişkiler	Deney	35	43.88	1536.00	1.78	494.00	.051
	Kontrol	40	31.29	1252.00			
Uzamsal Görselleştirme	Deney	35	39.43	1380.00	1.78	650.00	.538
	Kontrol	40	36.37	1454.00			
Uzamsal Yönelim	Deney	35	40.75	1426.00	1.78	604.00	.234
	Kontrol	40	34.86	1394.00			

*p<.05

Tablo 4.2 incelendiğinde, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanlarına göre uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenleri puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur [$U_{\text{uzamsal ilişkiler}}=494.00$, $p>.05$; $U_{\text{uzamsal görselleştirme}}=650.00$, $p>.05$; $U_{\text{uzamsal yönelim}}=604.00$, $p>.05$]. Bu sonuç UYT alt boyutları için değerlendirme yapıldığında, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yetenekleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Bu bulgulara dayanarak deneysel çalışma öncesinde deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek bileşenlerine ait yeteneklerinin denk olduğunu ifade edilebilir.

Gruplararası analiz sonuçları, uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin genel olarak uzamsal yetenekleri ve uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir.

4.1.2 UYT Son Test Verilerine İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında deneysel çalışmanın etkililiğini değerlendirmek amacıyla tasarım temelli matematik uygulamalarının gerçekleştirildiği deney ve geleneksel öğretim

yönteminin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için UYT son test sonuçları incelenmiştir. UYT son test puanları Mann Whitney U Testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 4.3 Deney ve Kontrol Gruplarının UYT Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	sd	U	p
Deney	35	46.46	1626.00	3.49	404.00	.002*
Kontrol	40	30.60	1224.00			

*p<.05

Tablo 4.3'te yer alan sonuçlara göre, uygulamadan sonra deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin UYT son test puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir [U=404.00, p<.05]. Deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının sıra ortalaması 46.46, kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalaması 30.60 şeklindedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre uzamsal yeteneklerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için UYT son test puanlarına ait bulgular Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4 Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin UYT Bileşenlerinin Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	sd	U	p
Uzamsal	Deney	35	43.16	1510.50	1.55	519.50	.049*
İlişkiler	Kontrol	40	33.49	1339.50			
Uzamsal	Deney	35	47.90	1676.50	1.35	353.50	.000*
Görselleştirme	Kontrol	40	29.34	1173.50			
Uzamsal	Deney	35	43.21	1512.50	1.45	517.50	.047*
Yönelim	Kontrol	40	33.44	1337.50			

*p<.05

Tablo 4.4 incelendiğinde, uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerinde deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir [$U_{\text{uzamsal ilişkiler}}=519.50$, $p<.05$; $U_{\text{uzamsal görselleştirme}}=353.50$, $p<.05$; $U_{\text{uzamsal yönelim}}=517.50$, $p<.05$]. Uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin UYT son test uzamsal ilişkiler bileşeni puanlarının sıra ortalamaları 43.16, kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları 33.49 şeklindedir. Uzamsal görselleştirme bileşeni için deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları 47.90, kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları 29.34 şeklindedir. Uzamsal yönelim bileşeni için değerlendirme yapıldığında ise deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları 43.21, kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları 33.44 şeklindedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerinde deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerine ait yeteneklerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Gruplararası analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının genel olarak UYT son test puanları arasında ve uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için elde edilen son test puanları arasında anlamlı farklılıklar vardır ve bu farklar deney grubu lehinedir.

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin süreç içerisinde uzamsal yeteneklerinin grup içi değişimleri incelenmiştir. UYT ön test-son test puanları arasındaki fark her iki grup için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

4.1.3 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin Uzamsal Yetenek Testi puanlarının, tasarım temelli matematik uygulamaları öğrenme ortamında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. UYT ön test-son test puanları arasındaki

fark Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin UYT ön test-son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Testler	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Ön Test	35	15.62	5.72	4.00	24.00
Son Test	35	18.48	3.60	9.00	24.00

Tablo 4.5’te verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT ön test puan değerleri ($\bar{X}$ =15.62, ss=5.72), son test puan değerleri ($\bar{X}$ =18.48, ss=3.60) şeklindedir. Öğrencilerin UYT puan ortalamalarında ön testten son teste artış olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	9	12.39	111.50		
Pozitif Sıra	24	18.73	449.50	-3.030	.002*
Eşit	2	-	-		

*p<.05

Tablo 4.6’da verilen sonuçlara göre, deney grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır [Z =-3.030, p <.05]. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

Uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için deney grubundaki öğrencilerin UYT ön test-son test puanlarının karşılaştırması Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Deney Grubundaki Öğrencilerin Uzamsal Yetenek Bileşenlerinin Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Uzamsal İlişkiler	Negatif Sıra	7	9.79	68.50	-3.421	.001*
	Pozitif Sıra	23	17.24	396.50		
	Eşit	5	-	-		
Uzamsal Görselleştirme	Negatif Sıra	7	7.50	52.50	-2.213	.027*
	Pozitif Sıra	14	12.75	178.50		
	Eşit	14	-	-		
Uzamsal Yönelim	Negatif Sıra	8	10.25	82.00	-2.208	.027*
	Pozitif Sıra	17	14.29	243.00		
	Eşit	10	-	-		

*p<.05

Tablo 4.7’de verilen sonuçlara göre, deney grubundaki öğrencilerin UYT testi uzamsal ilişkiler bileşeninden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır [$Z=-3.421$, $p<.05$]. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin UYT testi uzamsal görselleştirme bileşeninden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır [$Z=-2.213$, $p<.05$]. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde deney grubundaki öğrencilerin UYT testi uzamsal yönelim bileşeninden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır [$Z=-2.208$, $p<.05$]. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

4.1.4 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin Uzamsal Yetenek Testi puanlarının, geleneksel öğrenme ortamında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. UYT ön test-son test puanları arasındaki fark Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Ayrıca kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test-son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Testler	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Ön Test	40	18.12	2.95	13.00	24.00
Son Test	40	16.55	3.16	6.00	21.00

Tablo 4.8’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puan değerleri ($\bar{X}$ =18.11, ss=2.95), son test puan değerleri ($\bar{X}$ =16.55, ss=3.16) şeklindedir. Öğrencilerin UYT puan ortalamalarında ön testten son teste düşüş olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	23	20.37	468.50		
Pozitif Sıra	14	16.75	234.50	-1.775	.076
Eşit	3	-	-		

*p<.05

Tablo 4.9’da verilen sonuçlara göre, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark yoktur [$Z=-1.775$, $p>.05$].

Uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için kontrol grubundaki öğrencilerin UYT ön test-son test puanları karşılaştırması Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Uzamsal Yetenek Bileşenlerinin Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Uzamsal İlişkiler	Negatif Sıra	18	18.36	330.50	-.580	.562
	Pozitif Sıra	16	16.53	264.50		
	Eşit	6	-	-		
Uzamsal Görselleştirme	Negatif Sıra	20	16.45	329.00	-1.236	.217
	Pozitif Sıra	12	16.58	199.00		
	Eşit	8	-	-		
Uzamsal Yönelim	Negatif Sıra	16	14.88	238.00	-.807	.419
	Pozitif Sıra	12	14.00	168.00		
	Eşit	12	-	-		

*p<.05

Tablo 4.10’da verilen sonuçlara göre, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenlerinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark yoktur [$Z_{uzamsal\ ilişkiler} = -.580$, $p > .05$; $Z_{uzamsal\ görselleştirme} = -1.236$, $p > .05$; $Z_{uzamsal\ yönelim} = -.807$, $p > .05$].

Grup içi analiz sonuçları deney grubundaki öğrencilerin UYT puanlarının uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir şekilde farklılaşırken, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT puanlarının uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını göstermektedir.

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal yetenekleri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermekte midir?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

4.1.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Öncelikle uygulama öncesinde, deney grubundaki öğrencilerin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.11’de deney grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.11 Deney Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Ön Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Deney Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	19.60	1.14
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	18.88	3.45
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	14.50	4.65

Tablo 4.11’de verilen sonuçlara göre, deney grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =19.60, ss=1.14), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =18.88, ss=3.45), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =14.50, ss=4.65) şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük UYT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Deney grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini incelemek için verilere Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.12 Deney Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Deney	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	20.20	2	2.804	.246
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	18.79			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	10.13			

*p<.05

Tablo 4.12’de verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=2.804$, $p>.05$].

Araştırmada uzamsal yetenek üç farklı bileşen olarak incelendiğinden her bir bileşenin ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ait bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.13 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Ön Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Uzamsal İlişkiler	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	6.80	0.44
	Stratejik Öğr. Yak.	26	6.38	1.65
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	4.50	0.88
Uzamsal Görselleştirme	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	6.40	0.54
	Stratejik Öğr. Yak.	26	6.23	1.17
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	4.50	1.29
Uzamsal Yönelim	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	6.40	1.34
	Stratejik Öğr. Yak.	26	6.26	1.29
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	5.50	1.27

Tablo 4.13’te verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre UYT ön test uzamsal ilişkiler bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.80$, $ss=0.44$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.38$, $ss=1.65$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.50$, $ss=0.88$) şeklindedir. UYT ön test

uzamsal görselleştirme bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.40$, $ss=0.54$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.23$, $ss=1.17$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.50$, $ss=1.29$) şeklindedir. UYT ön test uzamsal yönelim bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.40$, $ss=1.34$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.26$, $ss=1.29$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=5.50$, $ss=1.27$) şeklindedir. Her üç bileşen için de derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir.

Deney grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için her bir bileşen için ayrı ayrı Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.14 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Uzamsal Bileşeni	Yetenek	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Uzamsal İlişkiler		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	19.60	2	2.194	.334
		Stratejik Öğr. Yak.	26	18.75			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	11.13			
Uzamsal Görselleştirme		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	20.10	2	5.777	.056
		Stratejik Öğr. Yak.	26	19.31			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	6.88			
Uzamsal Yönelim		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	19.30	2	1.691	.429
		Stratejik Öğr. Yak.	26	18.67			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	12.00			

* $p<.05$

Deney grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanlarının uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için de matematik dersi öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir [$X^2_{uzamsal\ ilişkiler}(2)=2.19$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ görselleştirme}(2)=5.777$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ yönelim}(2)=1.691$, $p>.05$].

4.1.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında, deney grubundaki öğrencilerin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.15'te deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.15 Deney Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Deney Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	20.00	3.39
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	15.93	5.08
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	8.25	5.96

Tablo 4.15'te verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =20.00, ss=3.39), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =15.93, ss=5.08), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =8.25, ss=5.96) şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük UYT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.16 Deney Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Deney	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	26.10	2	8.252	.016*
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	18.21			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	6.50			

*p<.05

Tablo 4.16’da verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık vardır [$X^2(2)=8.252$, $p<.05$]. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanları, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre Mann Whitney U Testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.17 UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	Derinlemesine	5	22.30	111.50	33.50	.089
	Stratejik	26	14.79	384.50		
	Derinlemesine	5	6.80	34.00	1.00	.027*
	Yüzeysel	4	2.75	11.00		
	Stratejik	26	16.92	440.00	15.00	.023*
	Yüzeysel	4	6.25	25.00		

*p<.05

Tablo 4.17’de verilen Mann Whitney U Testi sonuçlarına göre, deney grubundaki derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur [$U=33.50$, $p>.05$]. Derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında ise anlamlı farklılık vardır [$U=1.00$, $p<.05$]. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, derinlemesine öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı

bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır [$U=15.00$, $p<.05$]. Stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, stratejik öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Araştırmada uzamsal yetenek üç farklı olarak incelendiğinden her bir bileşenin son test puanlarına ait bulgular da ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.18 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Uzamsal İlişkiler	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	6.80	0.83
	Stratejik Öğr. Yak.	26	4.92	1.85
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	3.00	2.44
Uzamsal Görselleştirme	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	7.00	1.00
	Stratejik Öğr. Yak.	26	5.50	1.88
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	2.25	1.89
Uzamsal Yönelim	Derinlemesine Öğr. Yak.	5	6.20	1.92
	Stratejik Öğr. Yak.	26	5.50	2.30
	Yüzeysel Öğr. Yak.	4	3.00	2.00

Tablo 4.18’de verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT son test uzamsal ilişkiler bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.80$, $ss=0.83$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.92$, $ss=1.85$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=3.00$, $ss=2.44$) şeklindedir. UYT son test uzamsal görselleştirme bileşeni puanları

derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =7.00, ss=1.00), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.50, ss=1.88), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =2.25, ss=1.89) şeklindedir. UYT son test uzamsal yönelim bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =6.20, ss=1.92), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.50, ss=2.30), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =3.00, ss=2.00) şeklindedir. Her üç bileşen için de derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir.

Deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için her bir bileşen için ayrı ayrı Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.19 Deney Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Uzamsal Bileşeni	Yetenek	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Uzamsal İlişkiler		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	28.40	2	8.578	.014*
		Stratejik Öğr. Yak.	26	17.33			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	9.38			
Uzamsal Görselleştirme		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	26.30	2	9.504	.009*
		Stratejik Öğr. Yak.	26	18.33			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	5.50			
Uzamsal Yönelim		Derinlemesine Öğr. Yak.	5	22.00	2	4.903	.018*
		Stratejik Öğr. Yak.	26	18.77			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	4	8.00			

*p<.05

Tablo 4.19’da verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin UYT’nin farklı bileşenlerinin son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık vardır [$X^2_{uzamsal\ ilişkiler}(2)=8.578$, p<.05; $X^2_{uzamsal\ görselleştirme}(2)=9.504$, p<.05; $X^2_{uzamsal\ yönelim}(2)=4.903$, p<.05]. Bu farkların hangi gruplar arasında olduğunun

belirlenmesi için deney grubu öğrencilerinin UYT alt bileşenlerinin son test puanları, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre Mann Whitney U Testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.20 Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Mann Whitney U Testi Sonuçları

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
	Derinlemesine	5	24.60	123.00	22.00	.017*
	Stratejik	26	14.35	373.00		
Uzamsal İlişkiler	Derinlemesine	5	6.80	34.00	1.00	.024*
	Yüzeysel	4	2.75	11.00		
	Stratejik	26	16.48	428.50	26.50	.109
	Yüzeysel	4	9.13	36.50		
Uzamsal Görselleştirme	Derinlemesine	5	22.30	111.50	33.50	.085
	Stratejik	26	14.79	384.50		
	Derinlemesine	5	7.00	35.00	.00	.013*
	Yüzeysel	4	2.50	10.00		
	Stratejik	26	17.04	443.00	12.00	.013*
	Yüzeysel	4	5.50	22.00		
Uzamsal Yönelim	Derinlemesine	5	18.30	91.50	53.50	.525
	Stratejik	26	15.56	404.50		
	Derinlemesine	5	6.70	33.50	1.50	.033*
	Yüzeysel	4	2.88	11.50		
	Stratejik	26	16.71	434.50	20.50	.050*
	Yüzeysel	4	7.63	30.50		

*p<.05

Tablo 4.20’de verilen Mann Whitney U Testi sonuçlarına uzamsal yetenek bileşenlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde şu bulgulara ulaşılmıştır:

Uzamsal ilişkiler bileşeni için derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır [U=22.00, p<.05]. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, derinlemesine öğrenme

yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal ilişkiler yeteneklerinin stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır [$U=1.00$, $p<.05$]. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, derinlemesine öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal ilişkiler yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur [$U=26.50$, $p>.05$].

Uzamsal görselleştirme bileşeni için derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır [$U=0.00$, $p<.05$]. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, derinlemesine öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır [$U=12.00$, $p<.05$]. Stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, stratejik öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden

öğrencilerin UYT son test puanları arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur [$U=33.50$, $p>.05$].

Uzamsal yönelim bileşeni için derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır [$U=1.50$, $p<.05$]. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, derinlemesine öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yönelim yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır [$U=20.50$, $p<.05$]. Stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, stratejik öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç, stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yönelim yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur [$U=53.50$, $p>.05$].

4.1.7 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Uygulama öncesinde, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanlarının matematik dersi öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.21’de kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.21 Kontrol Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Ön Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Kontrol Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	10	16.70	2.62
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	27	16.29	3.43
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	3	18.33	2.30

Tablo 4.21’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =16.70, ss=2.62), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =16.29, ss=3.43), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =18.33, ss=2.30) şeklindedir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük UYT puan ortalaması stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için verilere Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.22 Kontrol Grubunun UYT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Kontrol	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	10	19.05			
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	27	20.26	2	1.286	.526
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	3	27.50			

*p<.05

Tablo 4.22’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)$ =1.286, p>.05].

Araştırmada uzamsal yetenek üç farklı olarak incelendiğinden her bir bileşenin ön test puanlarına ait bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.23 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Uzamsal İlişkiler	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	5.60	1.42
	Stratejik Öğr. Yak.	27	5.96	1.34
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.00	1.73
Uzamsal Görselleştirme	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	6.10	1.10
	Stratejik Öğr. Yak.	27	5.59	1.52
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.00	1.00
Uzamsal Yönelim	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	5.70	1.49
	Stratejik Öğr. Yak.	27	5.85	1.63
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.33	1.52

Tablo 4.23'te verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre UYT ön test uzamsal ilişkiler bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.60, ss=1.42), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.96, ss=1.34), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =6.00, ss=1.73) şeklindedir. Uzamsal ilişkiler bileşeni için yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir. UYT ön test uzamsal görselleştirme bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =6.10, ss=1.10), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.59, ss=1.52), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =6.00, ss=1.00) şeklindedir. Uzamsal görselleştirme bileşeni için derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir. UYT ön test uzamsal yönelim bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.70, ss=1.49), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =5.85, ss=1.63), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =6.33, ss=1.52) şeklindedir. Uzamsal yönelim bileşeni için

yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT ön test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir.

Kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için her bir bileşen için ayrı ayrı Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.24 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Uzamsal Bileşeni	Yetenek	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Uzamsal İlişkiler		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	18.20	2	0.543	.762
		Stratejik Öğr. Yak.	27	21.30			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	21.00			
Uzamsal Görselleştirme		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	22.65	2	0.591	.744
		Stratejik Öğr. Yak.	27	19.56			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	21.83			
Uzamsal Yönelim		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	19.30	2	0.297	.862
		Stratejik Öğr. Yak.	27	20.63			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	23.33			

*p<.05

Kontrol grubundaki öğrencilerin UYT ön test puanlarının uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için matematik dersi öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir [$X^2_{uzamsal\ ilişkiler}(2)=0.543$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ görselleştirme}(2)=0.591$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ yönelim}(2)=0.297$, $p>.05$].

4.1.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT son test puanlarının matematik dersi öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.25'te kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.25 Kontrol Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Kontrol Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	10	17.90	3.95
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	27	18.14	2.67
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	3	18.66	2.51

Tablo 4.25'te verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre UYT son test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=17.90$, $ss=3.95$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=18.14$, $ss=2.67$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=18.66$, $ss=2.51$) şeklindedir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük UYT puan ortalaması derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.26 Kontrol Grubunun UYT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Kontrol	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	10	19.75	2	0.146	.930
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	27	20.54			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	3	22.67			

*p<.05

Tablo 4.26’da verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=0.146$, $p>.05$].

Araştırmada uzamsal yetenek üç farklı olarak incelendiğinden her bir bileşenin son test puanlarına ait bulgular da ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.27 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	UYT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Uzamsal İlişkiler	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	6.10	1.91
	Stratejik Öğr. Yak.	27	5.93	1.22
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.66	0.57
Uzamsal Görselleştirme	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	6.20	1.61
	Stratejik Öğr. Yak.	27	6.22	1.25
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.00	2.00
Uzamsal Yönelim	Derinlemesine Öğr. Yak.	10	4.90	1.10
	Stratejik Öğr. Yak.	27	4.85	1.16
	Yüzeysel Öğr. Yak.	3	6.00	1.73

Tablo 4.27’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre UYT son test uzamsal ilişkiler bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.10$, $ss=1.91$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=5.93$, $ss=1.22$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.66$, $ss=0.57$) şeklindedir. Uzamsal ilişkiler bileşeni için yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son

test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir. UYT son test uzamsal görselleştirme bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.20$, $ss=1.61$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.22$, $ss=1.25$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.00$, $ss=2.00$) şeklindedir. Uzamsal görselleştirme bileşeni için stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir. UYT son test uzamsal yönelim bileşeni puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.90$, $ss=1.10$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.85$, $ss=1.16$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=6.00$, $ss=1.73$) şeklindedir. Uzamsal yönelim bileşeni için yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT puan ortalaması da stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerden yüksektir.

Kontrol grubu öğrencilerininin UYT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için her bir bileşen için ayrı ayrı Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.28 Kontrol Grubunun Uzamsal Yetenek Bileşenleri Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi

Uzamsal Bileşeni	Yetenek	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Uzamsal İlişkiler		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	22.70	2	1.290	.525
		Stratejik Öğr. Yak.	27	19.17			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	25.17			
Uzamsal Görselleştirme		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	20.70	2	0.045	.978
		Stratejik Öğr. Yak.	27	20.57			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	19.17			
Uzamsal Yönelim		Derinlemesine Öğr. Yak.	10	20.75	2	0.997	.607
		Stratejik Öğr. Yak.	27	19.76			
		Yüzeysel Öğr. Yak.	3	26.33			

*p<.05

Tablo 4.28’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin UYT’nin farklı bileşenlerinin son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2_{uzamsal\ ilişkiler}(2)=1.290$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ görselleştirme}(2)=0.045$, $p>.05$; $X^2_{uzamsal\ yönelim}(2)=0.997$, $p>.05$].

4.2 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerisi ile İlgili Bulgular

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

Tasarım temelli matematik uygulamalarının ve geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri üzerindeki etkilerini ölçmek için 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

4.2.1 3BGDT Ön Test Verilerine İlişkin Bulgular

Uygulama öncesinde, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olup olmadığını belirlemek

için 3BGDT ön test sonuçları incelenmiştir. 3BGDT ön test puanları Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) ile analiz edilmiştir.

Öncelikle ANCOVA'nın tüm varsayımları test edilmiştir. Her iki grup için 3BGDT ön test puanları normal dağılım göstermektedir. 3BGDT ön test (bağımlı değişken) ve UYT ön test puanları (ortak değişken) arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir [$r=0.314$, $p<.05$]. Deney ve kontrol gruplarının varyanslarının homojenliği Levene's Testi ile test edilmiş ve bu varsayım sağlanmıştır [$F(1,73)=0.348$, $p>.05$]. Öğrencilerin 3BGDT ön test puanları üzerinde Grup*UYT ortak etkisi anlamsızdır [$F(1,71)= 11.953$, $p>.05$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin uzamsal yeteneklerine bağlı olarak 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin yordanmasına ilişkin hesaplanan regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu göstermektedir.

ANCOVA'nın varsayımları sağlandığı için grupların uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir.

Tablo 4.29 3BGDT Ön Test Betimsel İstatistikler

Gruplar	3BDT Ön Test			
	Ortalama	Standart Sapma	Düzeltilmiş Ortalama	Düzeltilmiş Standart Sapma
Deney	13.05	2.70	13.01	.46
Kontrol	11.35	3.22	11.40	.647

Tablo 4.29'a göre, deney grubunun 3BGDT ön test puanlarına ait değerler ($\bar{X}=13.05$, $ss=2.70$; $\bar{X}_{\text{düzeltilmiş}}=13.01$, $ss_{\text{düzeltilmiş}}=.46$), kontrol grubunun 3BGDT ön test puanlarına ait değerler ($\bar{X}=11.35$, $ss=3.22$; $\bar{X}_{\text{düzeltilmiş}}=11.40$, $ss_{\text{düzeltilmiş}}=.647$) şeklindedir. Bu sonuçlar deney grubunun 3BGDT ön test puan ortalamalarının kontrol grubundan yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.30 UYT Puanlarına Göre Düzeltilmiş 3BGDT Ön Test Puanlarının ANCOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
UYT	3.178	1	3.178	.339	.562
Grup	57.494	1	57.494	2.992	.088
Hata	675.807	72	9.386		
Toplam	11799.000	75			

Tablo 4.30’da verilen ANCOVA sonuçlarına göre, grupların uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur [$F(1,72)= 2.992, p>.05$]. Bu sonuç, uygulama öncesinde grupların 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir. Deneysel çalışma öncesinde deney ve kontrol gruplarının 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin denk olduğu ifade edilebilir.

4.2.2 3BGDT Son Test Verilerine İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında deneysel çalışmanın etkililiğini incelemek amacıyla deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek için verilere Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) istatistiği uygulanmıştır.

Öncelikle ANCOVA’nın tüm varsayımları test edilmiştir. Her iki grup için 3BGDT son test puanları normal dağılım göstermektedir. 3BGDT son test (bağımlı değişken) ve UYT son test puanları (ortak değişken) arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir [$r= 0.481, p<.05$]. Deney ve kontrol gruplarının varyanslarının homojenliği Levene’s Testi ile test edilmiş ve bu varsayım sağlanmıştır [$F(1,73)= 0.713, p>.05$]. Öğrencilerin 3BGDT son test puanları üzerinde Grup*UYT ortak etkisi anlamsızdır [$F(1,71)= 0.24, p>.05$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin uzamsal yeteneklerine bağlı olarak 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin yordanmasına ilişkin hesaplanan regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu göstermektedir.

ANCOVA’nın varsayımları sağlandığı için grupların uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir.

Tablo 4.31 3BGDT Son Test Betimsel İstatistikler

Gruplar	3BDT Son Test			
	Ortalama	Standart Sapma	Düzeltilmiş Ortalama	Düzeltilmiş Standart Sapma
Deney	15.77	2.73	15.75	.722
Kontrol	11.50	4.88	11.55	.668

Tablo 4.31’e göre, deney grubunun 3BGDT son test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =15.77, ss =2.73; $\bar{X}_{\text{düzeltilmiş}}$ =15.75, $ss_{\text{düzeltilmiş}}$ =.722), kontrol grubunun 3BGDT son test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =11.50, ss =4.88; $\bar{X}_{\text{düzeltilmiş}}$ =11.55, $ss_{\text{düzeltilmiş}}$ =.668) şeklindedir. Bu sonuçlar deney grubunun 3BGDT son test puan ortalamalarının kontrol grubundan yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.32 UYT Puanlarına Göre Düzeltilmiş 3BGDT Son Test Puanlarının ANCOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	η_k^2
UYT	1.430	1	1.430	.087	.769	.001
Grup	303.028	1	303.028	18.447	.000*	.204
Hata	1182.741	72	16.427			
Toplam	15180.000	75				

p<0.05

Tablo 4.32’de verilen ANCOVA sonuçlarına göre, grupların uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır [$F(1,72)= 18.447$, $p<.05$]. Bu durum deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Uygulanan öğretim yönteminin deney ve kontrol grubunun 3BGDT puanları arasında oluşturduğu bu anlamlı farklılıktaki etki büyüklüğünü (yani ne derecede etkili olduğunu) belirlemek için kısmi eta kare (η_k^2) değerine bakılmıştır. Kısmi eta kare değeri η_k^2 için 0.01 “küçük”, 0.06 “orta” ve 0.14 “büyük” etki büyüklüğü olarak yorumlanmıştır (Büyüköztürk, 2016). Buna göre, uygulanan öğretim yönteminin deney ve kontrol grubunun 3BGDT puanları arasında oluşturduğu bu anlamlı farklılıktaki etkisinin büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, öğrencilerin 3 boyutlu

geometrik düşünme becerilerinin uygulanan öğretim yöntemi ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu anlamak için Bonferroni Testi sonuçları incelenmiştir. Düzeltilmiş 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi sonuçlarına göre Bonferroni Testi sonuçları Tablo 4.33’te verilmiştir.

Tablo 4.33 Düzeltilmiş 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi Sonuçlarına Göre Bonferroni Testi Sonuçları

(I) Grup	(J) Grup	Ort. Fark. (I-J)	Std. Hata	p
Kontrol	Deney	-4.199*	.984	.000
Deney	Kontrol	4.199*	.984	.000

* $p < 0.05$

Grupların düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi son test puanları arasında yapılan Bonferroni Testi sonuçlarına göre, deney grubunun düzeltilmiş son test ortalama puanı kontrol grubundan önemli ölçüde daha yüksektir ($p < 0.05$).

Gruplararası analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır ve bu fark deney grubu lehinedir. Deney grubunun 3BGDT son test puanları kontrol grubundan önemli derecede daha yüksektir.

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin süreç içerisinde 3BGDT puanların grup içi değişimleri incelenmiştir. Uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla iki yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. İki yönlü ANOVA testi her iki grup için de ön test-son test puanları arasındaki değişimi birlikte vermektedir.

Öncelikle iki yönlü ANOVA’nın tüm varsayımları test edilmiştir. Her iki grup ve ölçüm için elde edilen 3BGDT puanları normal dağılım göstermektedir. Grupların aynı zamanda elde edilen puanlarının varyansları eşittir [$F_{\text{ön test}}(1,73)=5.228$, $p > .05$; $F_{\text{son test}}(1,73)=13.074$, $p > .05$].

İki yönlü ANOVA'nın varsayımları sağlandığı için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin 3 boyutlu geometrik düşünme testi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir.

Tablo 4.34 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin 3BGDT Betimsel İstatistikleri

Gruplar	Testler	Ortalama	Standart Sapma
Deney Grubu	Ön Test	13.05	2.70
	Son Test	15.77	2.73
Kontrol Grubu	Ön Test	11.35	3.22
	Son Test	11.50	4.88

Tablo 4.34'e göre, deney grubunun 3BGDT ön test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =13.05, ss=2.70), son test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =15.77, ss=2.73) şeklindedir. Bu sonuçlar deney grubunun 3BGDT son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarından yüksek olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunun 3BGDT ön test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =11.35, ss=3.22), son test puanlarına ait değerler ($\bar{X}$ =11.50, ss=4.88) şeklindedir. Bu sonuçlar kontrol grubunun 3BGDT son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarından yüksek olduğunu göstermektedir.

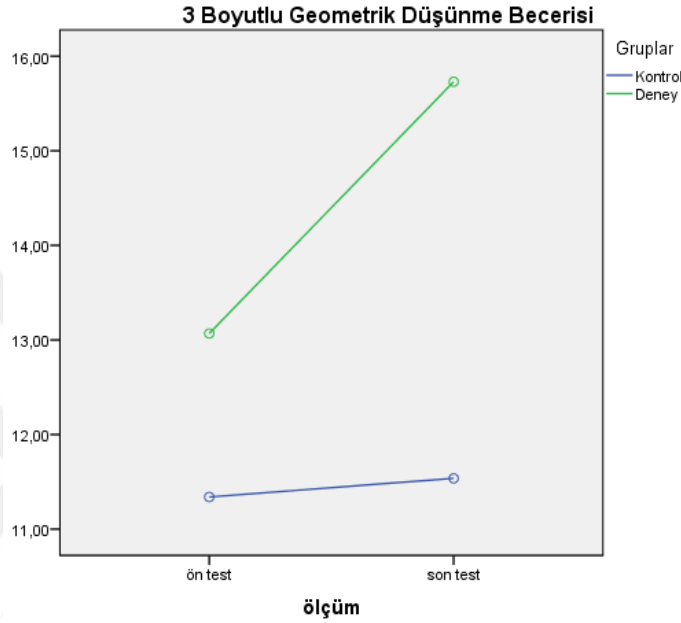
Tablo 4.35 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının İki Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	η_k^2
Deneklerarası						
Grup	315.725	1	315.725	24.578	.000*	.145
Hata	1271.652	72	17.662			
Denekleriçi						
Ölçüm	75.451	1	75.451	5.874	.017*	.039
Grup*Ölçüm	60.889	1	60.889	4.740	.031*	.032
Hata	1862.669	145	12.846			
Toplam	26979.000	150				

p<0.05

Tablo 4.35'te verilen iki yönlü ANOVA sonuçlarına göre, grup*ölçüm etkileşimi öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri (çok değişkenli yapının bütününde) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir [F(1,145)=4.740, p<.05,

$\eta_k^2=0.032$]. Yani iki ayrı grupta bulunan öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık göstermektedir. Bu sonuç, tasarım temelli matematik uygulamaları ve geleneksel öğretim yönteminin, öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerini geliştirmede farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.1 Grupların Ön Testten Son Teste 3BGDT Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Şekil 4.1’de grupların ön testten son teste 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi’ne ait ortalamalarının değişimi verilmiştir. 3BGDT puanlarında uygulama öncesine göre daha fazla artış gösteren tasarım temelli matematik uygulamalarının, geleneksel öğretim yöntemine göre, öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin gelişiminde daha etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 4.35’te aynı zamanda grup ve ölçümün temel etki testlerine yer verilmektedir. Grup değişkeni öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri (çok değişkenli yapının bütününde) üzerinde anlamlı temel bir etkiye sahiptir [$F(1,145)=24.578$, $p<.05$, $\eta_k^2=0.145$]. Bu sonuç bir önceki alt başlıkta grupların 3BGDT son test puanlarının karşılaştırıldığı Tek Yönlü ANCOVA Testi sonuçları (Tablo 4.32) ile örtüşmektedir. Bu durum deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir.

Ölçüm temel etkisi ile ilgili olarak da grup ayırımı yapmaksızın araştırmaya katılan tüm öğrencilerin uygulama öncesinden sonrasına 3BGDT puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır [$F(1,145)=5.874$, $p<.05$, $\eta_k^2=0.039$]. Anlamlı farklılığın kaynağı hakkında net bilgi sahibi olabilmek için deney ve kontrol grupları için ayrı ayrı 3BGDT ön test-son test puanları karşılaştırılmıştır.

4.2.3 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin 3BGDT puanlarının, tasarım temelli matematik uygulamaları öğrenme ortamında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. 3BGDT ön test-son test puanları arasındaki fark “İlişkili Örneklem t Testi” ile incelenmiştir.

Öncelikle İlişkili Örneklem t Testi’nin varsayımları test edilmiştir. Her iki ölçüm için 3BGDT ön test-son test puanları normal dağılım göstermektedir.

Tablo 4.36 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının t Testi Sonuçları

Testler	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Ön Test	35	13.05	2.70	1	4.262	.000*
Son Test	35	15.77	2.73			

$p<0.05$

Tablo 4.36’da verilen sonuçlara göre, deney grubunun 3BGDT ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır [$t(1)=4.262$, $p<.05$]. Anlamlı farklılık son test puanları lehinedir.

Grup içi analiz sonuçlarına göre, deney grubunun 3BGDT ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır ve bu fark son test lehinedir.

4.2.4 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test-Son Test Puanları Arasındaki Farkın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin 3BGDT puanlarının, tasarım temelli matematik uygulamaları öğrenme ortamında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip

göstermediği incelenmiştir. 3BGDT ön test-son test puanları arasındaki fark “İlişkili Örneklem t Testi” ile incelenmiştir.

Öncelikle İlişkili Örneklem t Testi’nin varsayımları test edilmiştir. Her iki ölçüm için 3BGDT ön test-son test puanları normal dağılım göstermektedir.

Tablo 4.37 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test-Son Test Puanlarının t Testi Sonuçları

Testler	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Ön Test	40	11.35	3.22	1	1.252	.908
Son Test	40	11.50	4.88			

Tablo 4.37’de verilen t testi sonuçlarına göre, kontrol grubunun 3 boyutlu geometrik düşünme testi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur [$t(1)= 1.252$, $p>.05$].

“Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermekte midir?” alt problemi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

4.2.5 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Tablo 4.38’de deney grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.38 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	3BGDT Ön Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Deney Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	13.25	3.59
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	13.11	2.77
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	12.60	1.94

Tablo 4.38’de verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=13.25$, $ss=3.59$), stratejik öğrenme

yaklaşımı için ($\bar{X}=13.11$, $ss=2.77$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=12.60$, $ss=1.94$) şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin 3BGDT ön test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük 3BGDT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Deney grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis Testi H uygulanmıştır.

Tablo 4.39 Deney Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Deney	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	20.00	2	.440	.803
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	18.15			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	15.60			

* $p<0.05$

Tablo 4.39’da verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=.440$, $p>.05$].

4.2.6 Deney Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında, deney grubundaki öğrencilerin 3BGDT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.40’da deney grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre 3BGDT son test puanlarına ait betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.40 Deney Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	3BGDT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Deney Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	18.00	2.30
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	15.38	2.74
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	16.00	2.54

Tablo 4.46’da verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre 3BGDT son test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=18.00$, $ss=2.30$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=15.38$, $ss=2.74$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=16.00$, $ss=2.54$) şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin 3BGDT son test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin puan ortalamalarından yüksektir. En düşük 3BGDT puan ortalaması stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Deney grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.41 Deney Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Deney	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	26.00			
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	16.54	2	3.073	.215
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	19.20			

* $p<.05$

Tablo 4.41’de verilen sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=3.073$, $p>.05$].

4.2.7 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Tablo 4.42’de kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.42 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	3BGDT Ön Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Kontrol Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	10.75	3.30
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	11.50	3.20
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	8.20	1.30

Tablo 4.42’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre 3BGDT ön test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =10.75, ss=3.30), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =11.50, ss=3.20), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}$ =8.20, ss=1.30) şeklindedir. Stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin 3BGDT ön test puan ortalamaları derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük 3BGDT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis Testi H uygulanmıştır.

Tablo 4.43 Kontrol Grubunun 3BGDT Ön Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
Kontrol	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	17.00	2	1.910	.385
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	22.26			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	16.80			

*p<.05

Tablo 4.43’de verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=1.910$, $p>.05$].

4.2.8 Kontrol Grubundaki Öğrencilerin 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Uygulama sonrasında, kontrol grubundaki öğrencilerin 3BGDT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 4.44’te kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre karşılaştırılmasına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 4.44 Kontrol Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	3BGDT Son Test Puanları	
			Ortalama	Standart Sapma
Kontrol Grubu	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	12.25	3.09
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	11.84	4.46
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	4.60	2.70

Tablo 4.44’te verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre 3BGDT son test puanları derinlemesine öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=12.25$, $ss=3.09$), stratejik öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=11.84$, $ss=4.46$), yüzeysel öğrenme yaklaşımı için ($\bar{X}=4.60$, $ss=2.70$) şeklindedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin 3BGDT son test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük 3BGDT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir.

Kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanlarının matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis H Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.45 Kontrol Grubunun 3BGDT Son Test Puanlarının Matematik Öğrenme Yaklaşımlarına Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Grup	Matematik Öğrenme Yaklaşımları	N	Sıra Ortalaması	sd	X^2	p
Kontrol	Derinlemesine Öğrenme Yaklaşımı	5	15.00	2	3.018	.221
	Stratejik Öğrenme Yaklaşımı	26	22.22			
	Yüzeysel Öğrenme Yaklaşımı	4	18.85			

*p<.05

Tablo 4.45'te verilen sonuçlara göre, kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur [$X^2(2)=3.018$, $p>.05$].

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmada elde edilen bulgular mevcut literatür ile tartışılmış ve sonraki araştırmalar için öneriler getirilmiştir.

5.1 Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) ve Uzamsal Yetenek Testi (UYT) geliştirilmiş ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin (3BGDT) adaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu ölçme araçlarının geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Araştırmada geliştirilen ölçme araçlarının kullanılmasıyla, uygulanan tasarım temelli matematik uygulamalarının sekizinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca araştırma öncesinde ve sonrasında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre değişip değişmediği incelenmiştir.

5.1.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında öğrenme yaklaşımları ile ilgili çalışmalar incelenerek ortaokul öğrencilerinin matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarını değerlendiren bir ölçme aracı geliştirilmiştir. MÖYÖ geliştirilirken, literatürdeki öğrenme yaklaşımları ölçekleri referans alınarak derinlemesine, yüzeysel ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını yansıtan maddeler hazırlanmıştır (Darlington, 2011; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Senemoğlu, 2011). Maddeler hazırlanırken ölçeğin ortaokul seviyesinde bir test olacağı göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin literatürde yer alan matematik öğrenme yaklaşımları ölçeklerinde bulunan ispat, formül gibi kavramlar bu ölçekte yer almamaktadır. Öğrenme yaklaşımları ile ilgili çeşitli ölçek geliştirme çalışmalarından yararlanılarak (ör. Tait, Entwistle ve McCune, 1998, Senemoğlu, 2011; Darlington, 2011; İlhan, Çetin ve Kılıç, 2013; Özkan ve Sezgin Selçuk, 2014) 68 maddeden oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Madde havuzundaki maddelerden 20 tanesi yüzeysel

öğrenme yaklaşımı ile 24 madde derinlemesine öğrenme yaklaşımı ile ve 24 madde stratejik öğrenme yaklaşımı ile ilgilidir. 68 maddeden oluşan form, kapsam ve görünüş geçerliğini test etmek amacıyla uzman görüşleri alınmıştır. Elde edilen uzman görüşlerine göre maddelerin kapsam geçerliğinin belirlenmesinde Fleiss'in (1971) kappa katsayısı kullanılmış ve hesaplamalar yapıldıktan sonra uyuma katsayısı 0.60 ve altında olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Maddeler, maddelerin ifade edilişi boyutunda incelendiğinde 2 soru, maddelerin öğrenme yaklaşımının verilen boyutlarına uygunluğu açısından 9 soru ve seviyeye uygunluk açısından 4 soru madde ölçme aracından çıkarılmıştır. Matematik öğrenme yaklaşımları ölçeğinde uzman görüşlerinden sonraki halinde 16 madde yüzeysel öğrenme yaklaşımı, 19 madde derinlemesine öğrenme yaklaşımı ve 20 madde stratejik öğrenme yaklaşımı ile ilgili olmak üzere 55 madde bulunmaktadır. Uzman görüşleri ile maddelerin kapsam geçerliliğine ilişkin uyuma katsayıları hesaplandıktan sonra testin 55 maddeden oluşan formun 20 kişilik bir grup üzerinde kontrolü yapılmış ve test için uygun süre belirlenmiştir. Bu adımlardan sonra pilot çalışma öncesi ölçme aracı hazır hale getirilmiştir. İstanbul ilinin çeşitli okullarında öğrenim görmekte olan toplam 790 öğrenci ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin yapı geçerliği için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen varyans analizi sonunda 13 madde binişik madde olduğu için, 9 madde faktör yük değeri 0.32'nin altında olduğu için ölçekten çıkarılmıştır. Netice olarak Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nden 22 madde çıkartılmış ve ölçekte 33 madde kalmıştır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımında 11 madde, yüzeysel öğrenme yaklaşımında 11 madde ve stratejik öğrenme yaklaşımında 11 madde bulunmaktadır. Ölçeğin açımlayıcı faktör analizi ile kuramsal çerçeveye uygun olarak derinlemesine, stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımları şeklinde isimlendirilen üç alt boyutu bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada ortaya çıkan faktöriyel yapı öğrenme yaklaşımları ile ilgili mevcut literatürle örtüşmektedir (Tait, Entwistle ve McCune, 1998; Senemoğlu, 2011). Özel olarak matematik dersi için geliştirilen öğrenme yaklaşımları ölçeklerinden Darlington (2011) tarafından geliştirilen ölçek ile benzer şekilde bu ölçek de 3 boyutlu yapıya sahiptir. Bu sonuç mevcut literatürde yer alan genel öğrenme yaklaşımları ölçeklerin incelenmesi ile matematik dersi için hazırlanan bu ölçeğin diğer ölçekler ile uyum

gösteren bir yapıda olduğu şeklinde yorumlanabilir. İlhan, Çetin ve Kılıç (2013) lise öğrencileri için geçerli ve güvenilir Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği geliştirmiştir. Bu ölçek araştırmada geliştirilen ölçekten farklı olarak iki faktörlü yapıya sahiptir; alt boyutlar derin ve yüzeysel öğrenme yaklaşımı olarak isimlendirilmiştir.

Ölçeğin faktör yük değerleri .323 ile .713 arasında değişmektedir. Derinlemesine öğrenme yaklaşımı faktörü toplam varyansın % 23.597'sini, yüzeysel öğrenme yaklaşımı faktörü % 10.965'ini ve stratejik öğrenme yaklaşımı faktörü % 6.486'sını açıklamaktadır. Üç faktör ise birlikte toplam varyansın % 41.048'ini açıklamaktadır. Ulaşılan varyans oranı ne kadar yüksek olursa ölçeğin faktör yapısı o kadar güçlü olmaktadır ancak sosyal bilimlerde yüksek varyans oranına ulaşmak pek mümkün olmamaktadır (Tavşancıl, 2002). Bu ölçek için elde edilen varyans oranı % 40 ile % 60 arasında olduğundan açıklanan varyans oranı kabul edilebilir düzeydedir (Scherer, 1988). Ayrıca öğrenme yaklaşımları ile ilgili ölçek geliştirme çalışmaları incelendiğinde Özkan ve Sezgin Selçuk (2014)'in üç faktörlü Fizik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği toplam varyansın % 40'ını açıklamaktadır. Bu bağlamda geliştirilen bu ölçeğin varyansı geçerli kabul edilmiştir.

Açımlayıcı faktör analizinden elde edilen üç faktörlü yapının uyum indekslerinin yeterli olup olmadığını belirlemek ve MÖYÖ'nün yapı geçerliğine ilişkin ek kanıtlar sunma için doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi ile X^2/sd oranı birinci düzey için 4.00, ikinci düzey için 4.09 olarak elde edilmiştir ve diğer değerler de kabul edilebilir sınırlar içerisinde (Kline, 2011; Marcholudis ve Schumacher, 2001; Meydan ve Şeşen, 2011; Sümer, 2000; Şimşek, 2007). Model değerlendirmede en çok kullanılan uyum iyiliği indeksi GFI (Erdoğan, Bayram ve Deniz, 2007) birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi için 0.87, ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi için 0.85 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, veriler ile oldukça iyi uyum gösteren bir model elde edildiğini göstermektedir. Ölçeğin tümüne ait Cronbach alfa güvenirlik katsayısı .789 iken derinlemesine öğrenme yaklaşımı alt boyutu için .838, stratejik öğrenme yaklaşımı için .837, yüzeysel öğrenme yaklaşımı için .789 şeklindedir. Tüm değerlerin .70'in üzerinde olması ölçeğin güvenirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir (Fraenkel, Wallend ve Hyun, 2012).

MÖYÖ’de yer alan maddeler için madde analizi kapsamında, düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları incelenmiştir. Maddelerin düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları .360 ile .608 arasındadır. Bu değerler maddelerin ayırt edici olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2016).

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği’nin (MÖYÖ) geçerlik ve güvenirlik analizleri sonuçları, ölçme aracının ortaokul öğrencileri (6., 7., 8. sınıflar) için uygun geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

5.1.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Uzamsal yetenek testi geliştirilirken uzamsal yeteneğin Lohman (1988) tarafından belirlenen üç bileşeni dikkate alınmıştır. Uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme alt boyutlarını inceleyen toplam yedi kategoride sorular ile madde havuzu oluşturularak uzman görüşlerine gönderilmiştir. Uzman görüşleri ayrı ayrı değerlendirilerek ölçeğin kapsam ve görünüş geçerliği sağlanmıştır. Madde analizi sonuçlarına göre en düşük güçlük değerine sahip olan madde 0.08, en yüksek güçlük değerine sahip olan madde ise 0.42 değerine sahiptir. Madde ayırt edicilik değerlerine bakıldığında en düşük -0.01 değerinin ve en yüksek 0.65 değerinin olduğu görülmektedir. Uzamsal yetenek testinin madde analizleri sonunda 1 madde ayırt ediciliği düşük olduğundan dolayı ölçekten çıkarılmıştır. Uzamsal Yetenek Testi’nin (UYT) geneline ait bilgiler değerlendirildiğinde, testin zor bir test olduğu ve ayırt edicilik gücünün çok iyi olduğu söylenebilir (Baykul, 2010; Tekindal, 2009).

Uzamsal Yetenek Testi’nin (UYT) yapı geçerliği için kalan maddeler ile açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı faktör analizi sonunda, ölçme aracının toplam varyansın % 52.714’ünü açıklayan yedi faktörlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değer Henson ve Roberts (2006) tarafından belirtilen çok yapılı ölçeklerin toplam varyansının % 52 ve üzerinde olması gerektiği şartını sağlamaktadır. Kuramsal yapı dikkate alınarak ölçek maddeleri hazırlanırken belirlenen kategoriler ile açıklayıcı faktör analizi ile elde edilen faktörler eşleşmektedir. Ölçekte yer alan maddelerin faktör yük değerlerinin belirlenen ölçüt olan (Büyüköztürk, 2016) 0.30’un üzerinde olduğu görülmüştür. Açıklayıcı faktör analizinden sonra, ölçekteki maddelerin belirlenen model ile uyumunu incelemek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Çok faktörlü ölçeklerde birinci düzey doğrulayıcı faktör analizinin yanında

ikinci düzey faktör analizi de yapılması gerektiğinden (Seçer, 2015) uzamsal yetenek testinin her iki düzeyde de doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları, yedi faktörlü yapıya ilişkin uyum indekslerinin yeterli olduğunu göstermiştir. AGFI=0.95, GFI=0.96, NNFI=0.96, CFI=0.97, IFI=0.97, RMSEA=0.024 değerleri verilerin model ile mükemmel bir uyum gösterdiğini kanıtlamaktadır. İkinci düzey doğrulayıcı faktör analizi ile yedi faktörü kapsayan ve uzamsal yeteneğin araştırma için belirlenen üç farklı bileşenini gösteren path diyagramı elde edilmiştir. İkinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen değerler de modelin uyumunun mükemmel olduğunu göstermektedir (AGFI=0.95, GFI=0.96, NNFI=0.95, CFI=0.96, IFI=0.96, RMSEA=0.025). Bu bilgiler ışığında uzamsal yetenek testinin yapı geçerliğinin sağlandığı söylenebilir.

Uzamsal yetenek testinin güvenirlik analizleri sonuçları ölçeğin güvenilir olduğunu göstermiştir. Cronbach's alpha güvenirlik katsayısı .802 olduğundan ölçek yeterli derecede güvenilir (Fraenkel, Wallend ve Hyun, 2012). Ayrıca test tekrar test güvenirliği için elde edilen korelasyon değeri de istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$).

Ölçek geliştirme çalışmaları sonunda elde edilen bulgular son hali 23 maddeden oluşan Uzamsal Yetenek Testi'nin (UYT) ortaokul öğrencileri (6., 7., 8. sınıflar) için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

5.1.3 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT) Geliştirme ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Pittalis ve Christou (2010) tarafından geliştirilen 3BGDT'nin bu çalışma ile Türkçe'ye adaptasyonu yapılmıştır. Uzman görüşleri ile ölçeğin dil geçerliği sağlanmıştır. Madde analizi sonuçlarına göre en düşük güçlük değerine sahip olan madde 0.43, en yüksek güçlük değerine sahip olan madde ise 0.84 değerine sahiptir. Madde ayırt edicilik değerlerine bakıldığında en düşük 0.23 değerinin ve en yüksek 0.64 değerinin olduğu görülmektedir. 3BGDT'nin madde analizleri sonunda iki madde ayırt ediciliği düşük olduğundan dolayı ölçekten çıkarılmıştır. 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin (3BGDT) geneline ait bilgiler değerlendirildiğinde, testin orta güçlükte bir test olduğu ve ayırt edicilik gücünün çok iyi olduğu söylenebilir (Baykul, 2010; Tekindal, 2009). 3BGDT'nin güvenirlik analizleri sonuçlarına göre Cronbach's alpha güvenirlik katsayısı .83 olduğundan ölçek yeterli derecede güvenilir (Fraenkel, Wallend ve

Hyun, 2012). Owens ve Barraclough (2001) tarafından 3BGDT ile benzer şekilde daha çok okul müfredatında yer alan konular ile ilişkili olarak ortaokul öğrencilerinin 3 boyutlu düşünmelerini ölçmek için bir ölçme aracı geliştirilmiştir.

Ölçek geliştirme çalışmaları sonunda elde edilen bulgular son hali 24 maddeden oluşan 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi'nin (3BGDT) ortaokul öğrencileri (6., 7., 8. sınıflar) için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

5.1.4 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Öncelikle uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. UYT puanlarına genel olarak bakıldığında uygulama öncesinde grupların uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. UYT alt boyutları için de değerlendirme yapıldığında, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yetenekleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını görülmektedir. Bu bulgulara dayanarak deneysel çalışma öncesinde deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin genel olarak uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal yetenek bileşenlerine ait alt yeteneklerinin denk olduğu ifade edilebilir.

Uygulamadan sonra deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin UYT son test puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. Dolayısıyla uygulama sonrasında tasarım temelli matematik uygulamalarının gerçekleştirildiği deney ve geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılık vardır. UYT sıra ortalamaları dikkate alındığında, deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Ayrıca uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerinde deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Sıra ortalamaları dikkate alındığında, uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerinde deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, deney grubundaki

öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre genel olarak uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerine ait yeteneklerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bulgulardan elde edilen sonuçlara dayanarak tasarım temelli matematik uygulamaları ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca, tasarım temelli matematik uygulamalarının sekizinci sınıf öğrencilerinin uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerine ait yeteneklerinin gelişiminde de geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Deneyisel işlemler öncesinde ve sonrasında yapılan grup içi karşılaştırma sonuçlarına göre, deney grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Benzer şekilde deney grubundaki öğrencilerin UYT testi uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme alt bileşenlerinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı farklılıklar vardır. Fark puanlarının sıra ortalamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tasarım temelli matematik uygulamaları 8. sınıf öğrencilerinin genel olarak uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerine ait yeteneklerinin gelişiminde olumlu yönde etkili olmuştur.

Gruplararası ve grup içi bulgular birlikte değerlendirildiğinde, tasarım temelli matematik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal yeteneğe ait farklı bileşenlerinin gelişiminde olumlu yönde etkisi vardır. Bu çalışmada elde edilen bu sonuçlar, tasarım temelli matematik öğretiminin, öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Brophy ve diğerleri (2008), Uttal ve Cohen (2012), Lubinski (2010) ve Wai, Lubinski ve Benbow (2009) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmada elde edilen bulgular örtüşmektedir.

İlgili literatür incelendiğinde, tasarım temelli matematik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini inceleyen araştırmanın olmadığı görülmüştür. Ancak araştırmada gerçekleştirilen tasarım temelli matematik uygulamaları kapsamında somut

materyal destekli ve bilgisayar destekli matematik etkinlikleri yer almaktadır. Literatürde somut materyal destekli ve bilgisayar destekli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar yukarıdaki sonuçlar ile birlikte ele alındığında aşağıdaki değerlendirmeleri yapmak mümkündür.

Brinkmann (1966), Ben-Chaim, Lappan ve Houang (1988), Clements (1998), Bakker (2008), Çakmak (2009), Eryaman (2009), Siegler ve Ramani (2009), Demirkaya ve Masal (2017) bu çalışmanın sonuçları ile benzer şekilde somut materyal destekli etkinliklerin öğrencilerin genel olarak uzamsal yeteneklerini ve uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri geliştirdiği sonucunu elde etmiştir.

Literatürde özellikle uzamsal yönelim becerisinin gelişimi ile ilgili bilgisayar destekli etkinlikler yürütülmüştür. Bilgisayar ortamında hazırlanan bu öğrenme ortamlarının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirdiğine yönelik araştırma sonuçları bulunmaktadır (ör. Allahyar ve Hunt, 2003; Dahmani ve diğerleri, 2012; Lin ve diğerleri, 2014; Carbonell Carrera, 2017; Kösa ve Kaya, 2018; Lin, Chen ve Lou, 2014) Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzer sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, bilgisayar destekli öğretim etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinin gelişiminde etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Ayrıca Christou ve diğerleri (2007), Rafi ve diğerleri (2008), Samsudin, Rafi ve Hanif (2011) ve Lin ve diğerleri (2011) çalışmalarında, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmektedir. Cherney'in (2008) araştırmasında elde ettiği bulgular, çok az bilgisayar oyunu uygulamasının bile öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerindeki performanslarını artırabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzer sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, bilgisayar destekli öğretim etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

Subroto ve Si (2011) sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada, Cabri 3D yazılımının kullanıldığı öğrenme ortamı ile geleneksel öğrenme ortamını uzamsal yetenekleri üzerine etkisini bakımından karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Cabri 3D yazılımının kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin zihinde döndürme,

uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim yeteneklerinde önemli ölçüde gelişme görülmüştür. Bu sonuç hem bilgisayar destekli öğrenme ortamı ile geleneksel öğrenme ortamını karşılaştırması bakımından hem de incelediği uzamsal yetenek bileşenleri bakımından mevcut çalışma ile oldukça benzerlik göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada da Subroto ve Si'nin (2011) sonuçları ile paralellik gösteren sonuçlar elde edilmiştir.

Bayrak (2008), Yıldız (2009), Yolcu ve Kurtuluş (2010) ve Yurt (2011), bu çalışma ile benzer şekilde araştırmalarında hem somut materyalleri hem de bilgisayar destekli etkinlikleri birlikte kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, bu şekilde dizayn edilen öğrenme ortamlarının öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim (Bayrak, 2008; Yolcu ve Kurtuluş, 2010; Yıldız, 2009) ve uzamsal ilişkiler yetenekleri (Yurt, 2011; Yıldız, 2009) üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır. Bu sonuçlar da bu çalışmada uzamsal yeteneğin gelişimi ile ilgili elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

Literatürde az sayıda araştırmada, yukarıda verilen sonuçların aksine bulgulara ulaşılmıştır (ör. Boyraz, 2008; Şimşek ve Kuru Yücekaya, 2014).

Deneyisel işlemler öncesinde ve sonrasında yapılan grup içi karşılaştırma sonuçlarına göre, kontrol grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuç kontrol grubunda gerçekleştirilen geleneksel öğretimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimde etkili olmadığını göstermektedir. Nitekim literatürde bu sonucu destekleyen araştırmalar bulunmaktadır. Mühendislik tasarımının geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırıldığı çalışmalarında Riskowski ve diğerleri (2009), kontrol grubunda yer alan öğrencilerin daha düşük düzeyde düşünme performansı gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Rafi ve diğerleri (2008), ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdiği araştırmalarında bir masaüstü sanal ortamında gerçekleştirilen öğretim ile geleneksel öğretimi kıyaslamış ve geleneksel yöntem grubunda yer alan öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde ilerleme görülmediği sonucunu elde etmiştir.

5.1.5 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Deney grubu öğrencilerinin UYT ön test puanları arasında matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur. Benzer şekilde deney grubundaki

öğrencilerin UYT ön test puanlarının uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için de matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Deney grubunda yer alan derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin UYT son test puan ortalamaları stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını benimseyen öğrencilerden yüksektir. En düşük UYT puan ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere aittir. İstatistiksel olarak puan farkları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık vardır.

Deney grubundaki derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur. Derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin UYT'nin farklı bileşenlerinin son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık vardır. Uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşeni için genel olarak uzamsal yetenek ile aynı sonuçlar elde edilmiştir. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşeni için derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal

yönelim bileşenini ölçen UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenini ölçen UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Uzamsal ilişkiler bileşeni için diğer iki bileşenden farklı olarak, derinlemesine ve stratejik öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin uzamsal ilişkiler bileşenini ölçen UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması stratejik öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal ilişkiler yeteneklerinin stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Derinlemesine ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin uzamsal ilişkiler bileşenini ölçen UYT son test puanları arasında anlamlı farklılık vardır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin UYT son test puanları sıra ortalaması yüzeysel öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilerin sıra ortalamasından yüksektir. Bu sonuç, derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin uzamsal ilişkiler yeteneklerinin yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Stratejik ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin uzamsal ilişkiler bileşenini ölçen UYT son test puanları arasında ise anlamlı bir farklılık yoktur.

Yukarıda verilen sonuçlar farklı öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilerin uzamsal yetenekleri açısından tasarım temelli matematik uygulamaları ile öğretim sürecinden

eşit düzeyde yararlanamadığını göstermektedir. Çelik (2013) araştırmasında bu bulgu ile çok benzer şekilde probleme dayalı öğrenmenin gerçekleştirildiği deney grubundaki derinsel ve stratejik öğrenen öğrencilerin, yüzeysel öğrenenlere göre daha yüksek başarı gösterdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Derinlemesine öğrenen öğrenciler; öğrendikleri yeni bilgileri daha önceki bilgileriyle ilişkilendirir, öğrendikleri bilgilerden çıkarımlarda bulunur (Offir, Lev ve Bezalel, 2008). Elde ettiği ürünü eleştirel olarak gözden geçirir, öğreneceği konu ile ilgili etkinliklere aktif olarak katılır (Beydoğan, 2007). Yüzeysel öğrenme yaklaşımında ise bir bilginin diğer bir bilgi ile ilişkisini düşünmeden ezberlemeye odaklanma vardır (Trigwell ve Prosser, 1991). Özellikle matematik dersinin yapısından dolayı hem ders içi hem de ders dışı ilişkilendirme yapılması önemlidir (Ersoy, 2006). Matematik dersi içerisinde sınıf düzeylerine bağlı olarak bazı konularda daha üst düzey bilgiler olabilir ya da bazı formül vs. hesaplamalarını öğrenciler ezberlemek durumunda kalabilirler. Bu formüllerin çıkarılış hesaplamalarının öğrencilere verilmesi mümkün değildir. Bu gibi durumlarda stratejik öğrenme yaklaşımı işe koşulmuş olur. Stratejik öğrenme yaklaşımı özelliklerine uygun olarak hem kısmi düzeyde ezberleme hem de ilişkilendirme durumu meydana gelmektedir (Darlington, 2011). Stratejik öğrenenler derinlemesine öğrenenlerin zıttına öğrenmenin doğasından değil ortamdan etkilenecek öğrenme eğilimindedirler (Newble ve Entwistle, 1986). Bu yaklaşımı benimseyen öğrenciler, akademik başarı şanslarını arttırmak için ipuçlarının bilincindedirler, değerlendirme kriterlerinin ve değerlendirmenin nasıl yapılacağının çok farkındadırlar (Heikkilä ve Lonka, 2006), zamanlarını en yüksek notu almayı sağlayacak şekilde organize ederler (McCune ve Entwistle, 2000).

Tasarım temelli uygulamaların öğretim sürecine dahil edilmesi öğrencilerin derinlemesine yaklaşımı benimsemesi için fırsatlar sunan özellikleri yapısında barındırır. Öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık konularındaki yeteneklerini arttırır (Purzer ve Shelley, 2018). Mühendislik entegrasyonu, disiplinlere ait bilgileri öğrencilerin kişisel ve gerçek dünya deneyimlerine bağlayarak öğrencilere daha anlamlı öğrenme deneyimleri sunar (Capraro ve Slough, 2008).

Bütün bu bilgiler ışığında, tasarım temelli matematik uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal yeteneğin farklı

bileşenlerine ait yeteneklerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre farklılaşmasının, iki yaklaşım (derinlemesine ve stratejik; derinlemesine ve yüzeysel; stratejik ve yüzeysel) arasındaki farklılıklardan (öğrenme amacı, öğrenciyi motive eden faktör ve öğrenme stratejisi) kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada deney grubundaki derinlemesine ve stratejik öğrenen öğrencilerin genel olarak uzamsal yetenekleri ve uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı fark bulunmamasının sebebinin, tasarım temelli matematik uygulamaları ile gerçekleştirilen öğretimin stratejik öğrenen öğrencileri derinlemesine öğrenmeye sevk etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü stratejik yaklaşım tipini kullanan öğrenciler öğretim ortamlarına bağlı olarak hem derinsel hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını kullanırlar (Entwistle ve Tait, 1990).

Deney grubunda yer alan derinlemesine öğrenen öğrencilerin genel olarak uzamsal yetenekleri ve uzamsal yeteneğin ölçülen tüm alt becerileri yüzeysel öğrenen öğrencilerden daha yüksektir. Araştırma için elde edilen bu sonuç, anlamlı öğrenmenin derinlemesine öğrenme yaklaşımı (Offir, Lev ve Bezalel, 2008) ile ezbere öğrenmenin yüzeysel öğrenme yaklaşımı ile (Byrne, Flood ve Willis, 2001) eşleşmesi ile açıklanabilir. Ayrıca yüzeysel öğrenen öğrencilerin derinlemesine öğrenenlere göre uzamsal yeteneklerinin daha düşük olmasının bir diğer nedeni de başarısızlık korkusu ya da güven eksikliği olabilir. Mayya, Rao ve Ramnarayan (2004) yüzeysel öğrenen öğrencilerin başarısızlık korkusu ve güven eksikliğinin derslerdeki performanslarını olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir.

Deney grubunda yer alan stratejik öğrenen öğrencilerin genel olarak uzamsal yeteneklerinin ve uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin yüzeysel öğrenen öğrencilerden daha yüksek olması sonucu şu şekilde yorumlanabilir: Stratejik yaklaşım tipini kullanan öğrenciler en yüksek notu almak için hem derinsel hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımlarını kullanırlar ve hangi yaklaşım onların daha başarılı olmalarını sağlıyorsa onu seçerler (Makinen, 2003). 8 haftalık tasarım temelli matematik uygulamaları öğrencilerde matematik dersi için farklı bir bakış açısı getirirse de; ülkemizdeki eğitim sistemi, öğrencilerde var olan sınav kaygısı, başarılı olma konusunda hissettikleri baskı gibi faktörler yine onları başarılı olmak için en yüksek

notu almaya yönlendirmiş olabilir. Dolayısıyla öğrenciler yine stratejik öğrenme yaklaşımını ağırlıklı olarak seçme eğiliminde olabilirler.

Uzamsal ilişkiler becerisi için diğer alt becerilerden farklı olarak, derinlemesine öğrenen öğrencilerin uzamsal ilişkiler becerilerinin stratejik öğrenenlerden daha yüksek olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca deney grubunda yer alan stratejik ve yüzeysel öğrenen öğrencilerin uzamsal ilişkiler becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Bu bulgu stratejik öğrenen öğrencilerin öğrenme sırasında hem derinlemesine hem de yüzeysel öğrenme yaklaşımını işe koşması ile açıklanabilir. Bu durum stratejik öğrenme yaklaşımının iki farklı öğrenme yaklaşımı ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar elde edilmesine sebep olmuş olabilir.

Kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur. Uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için de aynı istatistiksel sonuç elde edilmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Son testler için uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için de aynı istatistiksel sonuç elde edilmiştir. Geleneksel yöntem ile ders işleyen öğretmenler hala çoğunluktadır. Çeşitli araştırmalar, geleneksel olarak gerçekleştirilen öğretimin gerçek bilginin ezberlenmesine yol açabileceğini, çoğu zaman anlamlı öğrenmeyi sağlayamadığını ortaya koymuştur (Loverude, Kautz ve Heron, 2002). Dolayısıyla geleneksel öğretim özellikleri gereği öğrencileri daha çok yüzeysel öğrenme yaklaşımına yönlendirmektedir. Hall ve diğerleri (2004) ise öğrenci merkezli derslerin, öğrenenlerin derinlemesine öğrenmelerini geliştirmelerini sağladığını vurgulamışlardır Ancak geleneksel yöntemin öğrencilerin öğrenme yaklaşımları arasındaki farkı belirginleştirecek bir yapıda olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin geçmişten getirdiği ve halen devam etmekte olan öğrenme yaşantıları bu sonucun çıkmasında etkili olabilir. Benzer öğretim uygulamalarının farklı öğrenme yaklaşımlarına sahip öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkilerinin daha uzun süreli olarak incelenmesi gerekebilir.

5.1.6 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Öğrencilerin 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Deney ve kontrol gruplarının uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Deneysel çalışma öncesinde deney ve kontrol gruplarının 3 boyutlu geometri düşünme becerilerinin denk olduğu ifade edilebilir.

Bu araştırmada grup ve ölçüm etkileşimi öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir. Yani iki ayrı grupta bulunan öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık göstermektedir. Bu sonuç, tasarım temelli matematik uygulamaları ve geleneksel öğretim yönteminin, öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerini geliştirmede farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Grupların ön testten son teste grup ortalamaları incelendiğinde, 3BGDT puanlarında uygulama öncesine göre daha fazla artış gösteren tasarım temelli matematik uygulamalarının, geleneksel öğretim yöntemine göre, öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinde daha etkili olduğu görülmektedir.

Grupların uzamsal yetenek testi puanlarına göre düzeltilmiş 3 boyutlu geometrik düşünme testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Bu durum deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Uygulanan öğretim yönteminin deney ve kontrol grubunun 3BGDT puanları arasında oluşturduğu bu anlamlı farklılıktaki etki büyüklüğü incelendiğinde uygulanan öğretim yönteminin deney ve kontrol grubunun 3BGDT puanları arasında oluşturduğu bu anlamlı farklılıktaki etkisinin büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin uygulanan öğretim yöntemi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Gruplararası analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının 3BGDT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır ve bu fark deney grubu lehinedir. Deney grubunun 3BGDT son test puanları kontrol grubundan önemli derecede daha yüksektir. Bu bulgulardan hareketle, tasarım temelli matematik uygulamaları 8. sınıf öğrencilerinin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin gelişiminde geleneksel yöntemle göre daha etkili olmuştur.

Grup içi analiz sonuçlarına göre, deney grubunun 3BGDT ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır ve bu fark son test lehinedir. Kontrol grubunun 3 boyutlu geometrik düşünme testi ön test-son test puanları arasında ise anlamlı bir farklılık yoktur.

Bütün sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, tasarım temelli matematik uygulamaları öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin gelişiminde olumlu yönde etkili olmuştur. Öğrenciler için geliştirilen 3 boyutlu geometrik düşünme testi okul müfredatında yer alan uzay geometri konularıyla ilgilidir (Pittalis ve Christou, 2010). Dolayısıyla bu çalışmada tasarım uygulamalarının matematik okul müfredatındaki konular ile ilgili öğrenmeleri yani bir yönüyle matematik dersindeki uzay geometri konusundaki akademik başarıları üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Ke (2014), Van Overschelde (2013), Dyer, Reed ve Berry (2006) mühendislik tasarım etkinliklerinin matematik dersinde öğrencinin başarısı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Bu araştırmadaki tasarım temelli matematik uygulamaları somut materyal ve bilgisayar destekli etkinlikler içerdiğinden bu şekilde gerçekleştirilen araştırmaların sonuçları da öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerisi ile ilgili elde edilen bulgular ile birlikte değerlendirilmiştir. Olkun ve Sinoplu (2008), Topbaş Tat ve Bulut (2009) araştırmaları sonucunda somut materyal destekli uygulamaların öğrencilerin 3 boyutlu geometrik akıl yürütmelerinin gelişimi üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir. McClurg ve diğerleri (1997), Christou ve diğerleri (2007) ve Lin ve diğerleri (2011) araştırmaları sonucunda bilgisayar destekli uygulamaların öğrencilerin 3 boyutlu geometrik akıl yürütmelerinin gelişimi üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir.

5.1.7 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Deney grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur. Deneysel çalışma sonrasında elde edilen bulgulara göre, deney grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanları arasında da matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur. Araştırmada elde edilen bu bulgu, farklı öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilerin 3 boyutlu geometrik

düşünme becerileri açısından tasarım temelli matematik uygulamaları öğretim sürecinden yararlanma düzeylerinin birbirinden farklılık göstermediğini göstermektedir.

Öğretmenler ve öğrenciler mühendislik tasarımının yer aldığı öğrenme ortamlarına aşına olmayabilirler (Brophy ve diğerleri, 2008). Mühendislik tasarımının öğrencilerin fen ve matematik içeriğiyle derinlemesine meşgul olmaları için bir araç olarak hizmet etme potansiyeli olsa da, birçok etken (ör. içerik, gerekçelendirme ihtiyacı, öğretmen faktörü) öğrencilerin fen ve matematik içeriğini daha derin öğrenmelerini etkileyebilir (Mathis ve diğerleri, 2018). Ayrıca 3 boyutlu geometrik düşünme testi okul müfredatında yer alan uzay geometri konularıyla ilgili olduğundan (Pittalis ve Christou, 2010) öğrenciler bu konulardaki önceki çalışma alışkanlıklarını devam ettiriyor olabilir. Dolayısıyla farklı öğrenme yaklaşımlarına sahip öğrenciler benzer oranlarda öğretim sürecinden etkilenmiş ve aralarında 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri bakımından anlamlı düzeyde farklılaşma elde edilmemiş olabilir. Mühendislik tasarım temelli matematik uygulamalarında yer alan deney grubu öğrencilerinin 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerinin matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık göstermemesinin sebebi olarak yukarıdaki açıklamalar verilebilir.

Kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT ön test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık yoktur. Deneysel çalışma gerçekleştirildikten sonra da kontrol grubu öğrencilerinin 3BGDT son test puanları arasında, matematik öğrenme yaklaşımlarına göre anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile ilgili de benzer sonuç elde edilmiştir. Benzer gerekçelendirmeler ile geleneksel öğretim çoğu zaman gerçek bilginin ezberlenmesine yol açmaktadır ve anlamlı öğrenmeyi sağlamamaktadır (Loverude, Kautz ve Heron, 2002) ve geleneksel yöntemin öğrencilerin öğrenme yaklaşımları arasındaki farkı belirginleştirecek bir yapıda olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin geçmişten getirdiği ve halen devam etmekte olan öğrenme yaşantıları bu sonucun çıkmasında etkili olabilir. Geleneksel öğretim yönteminin farklı öğrenme yaklaşımlarına sahip öğrencilerin 3 boyutlu geometrik düşünme becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi için daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç olabilir.

5.2 Öneriler

5.2.1 Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ) Geliştirme ile İlgili Öneriler

Bu çalışma ile ortaokul seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmeyi sağlayan bir ölçek özellikle matematik eğitimi ve diğer eğitim alanlarına kazandırılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın önceki bölümlerinde de bahsedildiği gibi öğrenme yaklaşımları ile ilgili alan yazın incelendiğinde çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalar çoğunlukla öğrencilerin genel olarak öğrenme yaklaşımını değerlendirmektedir. Özel olarak matematik öğrenme yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar daha az sayıdadır. Benzer şekilde diğer disiplinler için de bu tür çalışmalar yapılırsa öğrencilerin tam olarak hangi öğrenme yaklaşımına sahip olduğu net bir şekilde belirlenebilir. Ayrıca, öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının sınıf düzeylerine göre değişip değişmediğini araştıran çalışmalar az sayıdadır. Yapılan çalışmalar daha çok öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını cinsiyetlerine ve akademik başarılarına göre karşılaştırmaktadır. Dolayısıyla özellikle ortaokul seviyesindeki öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarındaki değişimi incelemek amacıyla sınıf düzeyine göre karşılaştırma yapılması ileriki çalışmalar için öneri olarak verilebilir. Çünkü bu çalışmanın ve yapılacak benzer çalışmaların sonuçları matematik eğitimi çalışmalarına yön verebilecektir.

Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin (MÖYÖ) çeşitli şekillerde geçerlik ve güvenirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu analizlere ölçüt bağıntılı geçerlik çalışması da eklenebilir. Ölçeğin lise kademesindeki öğrenciler için uygun olup olmadığı bu alanda yapılacak diğer çalışmaların sonuçlarına bağlıdır.

Bu çalışmada belirlenen kuramsal çerçeve doğrultusunda öğrencilerin öğrenme yaklaşımları derinlemesine, stratejik ve yüzeysel olmak üzere 3 alt boyutta incelenmiştir. Daha ayrıntılı olarak her bir alt boyut da farklı boyutlarda değerlendirilerek bir çalışma gerçekleştirilebilir.

Öğrenme yaklaşımları araştırmalarının matematik eğitimi alanına uygulamaları için ek olarak aşağıdaki öneriler verilebilir:

- Ortaokul seviyesi için geliştirilen bu ölçeğin farklı düzeyler için uyarlamaları yapılarak lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin matematik derslerindeki öğrenme yaklaşımları incelenebilir.
- Öğrencilerin farklı derslerdeki öğrenme yaklaşımları incelenerek matematik dersindeki öğrenme yaklaşımları ile arasındaki ilişki, benzerlik ve farklılıklar incelenebilir. Bu araştırmanın sonuçları öğrenme yaklaşımlarını etkileyebilecek birçok etken (sınıf ortamı, cinsiyet, akademik başarı vs.) de göz önüne alınarak nitel çalışma ile genişletilebilir.

5.2.2 Uzamsal Yetenek Testi (UYT) Geliştirme ile İlgili Öneriler

Uzamsal yeteneğin kendisi ve bileşenleri üzerine farklı tanımlamalar yapılarak farklı ölçme araçları geliştirilmiştir. Ortaokul öğrencileri için uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme alt bileşenlerini içeren bir uzamsal yetenek testine rastlanmamıştır. Bu ölçek ile hem genel olarak öğrencilerin uzamsal yeteneklerini hem de ayrı ayrı bileşenler için değerlendirme imkanı bulunacaktır. Bu açıdan ölçek literatürdeki bir boşluğu dolduracak olması yönüyle önemlidir. Ölçek özellikle ortaokul seviyesindeki öğrenciler için tasarlanmış olmakla birlikte lise seviyesinin ilk yıllarında kullanılabilir. Ölçme aracının üst ya da alt seviyedeki öğrenciler için uygun olup olmadığı ileride yapılacak olan çalışmaların sonuçlarına bağlıdır.

Bu çalışmada geliştirilen uzamsal yetenek testinin de diğer çalışmaların üzerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada yer alan uzamsal yetenek bileşenlerine ilave farklı bileşenler de eklenerek çalışma genişletilebilir.

Geliştirilen Uzamsal Yetenek Testi kullanılarak farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin uzamsal yetenekleri karşılaştırılabilir. Öğrencilerin uzamsal yetenekleri farklı değişkenler (yaş, cinsiyet, matematik dersindeki akademik başarı) bakımından incelenebilir. Ayrıca bu çalışmada adaptasyonu yapılan 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi ile Uzamsal Yetenek Testi birlikte kullanılarak geniş ölçekli ilişkisel bir çalışma gerçekleştirilebilir.

5.2.3 Tasarım Temelli Matematik Uygulamaları ile İlgili Öneriler

Matematiksel bağlamda gerçekleştirilen daha fazla mühendislik tasarım etkinliklerine ihtiyaç vardır. Mühendislik tasarım temelli etkinlik oluşturma süreci emek isteyen ve vakit alıcı bir süreçtir. Etkinliklerin ele alınan konuyu ve kazanımları kapsamı ve hedef öğrenci kitlesine uygun olması gerekmektedir. Matematiksel konu ve kazanımlar ile doğrudan ilişkili olacak şekilde bu tarz etkinliklerin sayısının artırılması verilebilecek başlıca öneridir. Ayrıca matematik eğitimi alanındaki öğretmenlere ve araştırmacılara aşağıdaki öneriler verilebilir.

- Tasarım temelli etkinliklerde kullanılan bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda öğretmenlerin uygulamalar sırasında bu programlara yer vermeleri yararlı olabilir.
- Bu araştırmada bir konuya bağlı kalmaksızın öğretim programında yer alan uzamsal yetenek ile ilişkili kazanımlara yönelik tasarım temelli matematik uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İleriki çalışmalar için konu ya da ünite bazlı uygulamaların geliştirilebileceği önerisi verilebilir.
- Özellikle mühendislik tasarım süreci nitel bir araştırma ile ayrıntılı bir şekilde incelenerek öğrencilerin bu süreçteki akıl yürütmeleri araştırılabilir.
- Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin uygulanabilirliği ile ilgili en önemli konulardan birisi materyal ve laboratuvar desteğidir. Bu aşamada STEM laboratuvarı bulunduran kurumlar ve mühendislik fakülteleri ile işbirliği sağlanarak gerekli desteğe ulaşılabilir.
- Son yıllarda yaygınlaşan üniversite öğrencilerine yönelik TÜBİTAK 2209 kapsamında mühendislik uygulamalarına yönelik çeşitli projeler yapılabilir. Özellikle eğitim fakültelerindeki öğrenciler bu tarz projelere dahil olursa meslek hayatlarına girmeden tecrübe kazanma şansını elde etmiş olurlar.
- Eğitim yazılımı uzmanları ile ortaklaşa çalışmalar ile daha etkili ve profesyonel tasarım uygulamaları geliştirilebilir.

5.2.4 Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisi ile İlgili Öneriler

Literatürdeki bilgilerden hareketle, öğrencilerin öğrenme yaklaşımını etkileyen etmenler tek bir unsur üzerinden değerlendirilmemeli, birden fazla etkili olabilecek durum göz önüne alınarak öğrenme ortamları dizayn edilmeye çalışılmalıdır.

Matematik derslerinde öğrencilerin derinlemesine öğrenme yaklaşımını daha fazla tercih etmelerini sağlayacak öğrenme ortamları oluşturulabilir. Bu doğrultuda öğrencinin daha çok merkezde olduğu ve teknolojik destekli etkinliklere yer verilebilir. Dolayısıyla, öğrenme ortamında öğrenciler daha çok ilişkisel düşünmeye yönlendirilmelidir. Bu aşamada matematik öğretmenleri ders içerisinde öğrencileri düşünmeye sevk ederek önceki öğrenmeleriyle bağlantılar oluşturacak şekilde derslerini yapılandırabilir. Bu tarz etkinlikler ile öğrenciler sadece derinlemesine öğrenmeye yönlendirilmeyip, uzamsal yeteneklerinin ve 3 boyutlu düşünme becerileri gibi matematiksel anlamaları ile ilgili yeterliliklerinin de gelişimi desteklenebilir.

Matematik doğası gereği soyut bir disiplin olduğundan diğer bilimlere göre birçok özellik açısından farklıdır. Matematik öğrenme yaklaşımlarının genel öğrenme yaklaşımlarından ve diğer alanlardaki öğrenme yaklaşımlarından farklı değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar verebilir. Bu yüzden matematik öğretmenlerinin öğrencilerinin öğrenme yaklaşımları durumlarını göz önünde bulundurarak öğretim faaliyetlerini gerçekleştirmesi önemlidir. Çünkü öğretmen yüzeysel ya da stratejik öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilerin ağırlıklı olarak bulunduğu bir sınıfta farklı etkinlikler ile öğrencileri derinlemesine öğrenmeye yönlendirebilir. Matematik derslerinde ezbere öğrenmeden ya da sadece sınavlarda başarılı olmak ve dersi geçmek için öğrenmeden çok araştırmaya ve incelemeye yönelik etkinlikler gerçekleştirilebilir. Derinlemesine öğrenme ile matematik dersinde oluşabilecek kavram yanılgılarının da önüne geçilebilecektir. Mevcut çalışmanın ve öğrenme yaklaşımları ile ilgili matematik eğitimindeki diğer araştırmaların sonuçları birlikte değerlendirilerek eğitim-öğretim faaliyetlerinde öğrencilere doğru yönlendirmeler yapılmasına ve matematik derslerinde öğretmenlerin kullandıkları öğretim yöntemlerini gözden geçirmesine imkân sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Adams, R. S., Turns, J., & Atman, C. J. (2003). Educating effective engineering designers: The role of reflective practice. *Design studies*, 24(3), 275-294.
- Aiken, L. R. (2000). *Psychological testing and assesment* (10th ed). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Alemдар, M., Moore, R.A., Lingle, J. A., Rosen, J, Gale, J., & Usselman, M. C. (2018). The impact of a middle school engineering course on students' academic achievement and non-cognitive skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), 363-380.
- Allahyar M., & Hunt, E. (2003). The assessment of spatial orientation using virtual reality techniques. *International Journal of Testing*, 3(3), 263-275.
- Allen, G. L. (2003). Functional families of spatial abilities: Poor relations and rich prospects. *International Journal of Testing*, 3(3), 251-262.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/2529> adresinden 10.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Atılğan, H. (2009). Değerlendirme ve not verme. H. Atılğan (Ed.). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (ss.349-395) (4. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Awad, N., & Barak, M. (2018). Pre-service science teachers learn a science, technology, engineering and mathematics (STEM)-oriented program: The case of sound, waves and communication systems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1431-1451.

- Aydoğdu, B. (2009). *Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimin doğasına yönelik görüşlerine, laboratuvara yönelik tutumlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20(5–6), 327–344.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1995). Environmental input to the development of sex-related differences in spatial and mathematical ability. *Learning and Individual Differences*, 7, 363–379.
- Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: Effects of the tridio learning material*. Unpublished master's thesis, University of Twente, Netherland.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311.
- Battista, M. (1999). Fifth graders' enumeration of cubes in 3D arrays: Conceptual progress in an inquiry based classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(4), 417–448.
- Battista, M. (2003). Understanding students' thinking about area and volume measurement. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (pp. 122–142). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Battista, M., & Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 258–292.
- Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bayrak, M. E. (2008). *Investigation of effect of visual treatment on elementary school student's spatial ability and attitude toward spatial ability problems*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara, Turkey.

- Beane, J. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *Phi Delta Kappan*, 76, 616–622.
- Beattie, V., Collins, W., & McInnes, W. (1997). Deep and surface learning: Simple or simplistic dichotomy? *Accounting Education*, 6(1), 1-12.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effect of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12, 23-37.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Houang, R. (1989). Adolescents' ability to communicate spatial information: Analysing and effecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 121–146.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Houang, R. T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
- Bennett, G. K., Seashore, H. G., & Wesman, A. G. (1973). *Differential aptitude tests, forms S and T*. New York: The Psychological Corporation.
- Berthelot, R., & Salin, M. H. (1998). The role of pupils' spatial knowledge in the elementary teaching of geometry. In C. Mammana & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st Century* (pp. 71–78). Dordrecht: Kluwer.
- Beşoluk, Ş., & Önder, İ. (2010). Öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımları, öğrenme stilleri ve eleştirel düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9(2), 679-693.
- Beydoğan, Ö. (2007). Derinliğine ve yüzeysel öğrenmede kavram haritaları ve şemaların işlevi. *Milli Eğitim*, 173, 258-270.
- Biggs, J. (1979). Individual differences in study processes and the quality of learning outcomes. *Higher education*, 8(4), 381-394.
- Biggs, J. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.

- Biggs, J. (1999). What the student does: Teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development*, 18(1), 57-75.
- Biggs, J., Kember D., & Leung, D. Y. P. (2001). The revised two factor study process questionnaire. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149.
- Bishop A. (1980). Spatial abilities and mathematics education: A Review. *Educational Studies in Mathematics*, 11(3), 257-269.
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.
- Bosnyak, A., & Nagy-Kondor, R. (2008). The spatial ability and spatial geometrical knowledge of university students majored in mathematics. *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, 8, 1-25.
- Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students' spatial ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brinkmann, E. (1966). Programmed instruction as a technique for improving spatial visualization. *Journal of Applied Psychology*, 50, 179-184.
- Brooks, G. J., & Brooks, G. M. (1993). *In search of understanding: The case for constructivism classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmouth, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classroom. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, D. L., & Wheatley, G. H. (1997). Components of imagery and mathematical understanding. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(1), 45-70.

- Brown, J. C. (2017). A metasynthesis of the complementarity of culturally responsive and inquirybased science education in K12 settings: Implications for advancing equitable science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1143–1173.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell (Ed.), *Integrating engineering and science in your classroom* (pp. 3–6). Arlington: NSTA Press.
- Burdick, A., & Willis, H. (2011). Digital learning, digital scholarship and design thinking. *Design Studies*, 32(6), 546-556.
- Burnet, S. A. ve Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Deneyisel desenler. Ön test son test kontrol grubu desen ve veri analizi* (4. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (22. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30-35.
- Byrne, M., Flood, B. & Willis, P. (2001). The relationship between learning approaches and learning outcomes: A study of Irish accounting students. *Accounting Education*, 11(1), 27-42.
- Can, H., & Boz, Y. (2012). Yaş ve cinsiyetin ilköğretim öğrencilerinin fen dersini öğrenme yaklaşımlarına etkisi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Niğde.
- Cano, F. (2005). Epistemological beliefs and approaches to learning: Their change through secondary school and their influence on academic performance. *British journal of educational psychology*, 75(2), 203-221.

- Cano, F., & Berben, A. B. G. (2009). University students' achievement goals and approaches to learning in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 79(1), 131-153.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effect of engineering modules on student learning in middle school science classroom. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Capobianco, B. M., Yu, J. H., & French, B. F. (2014). Effects of engineering design-based science on elementary school science students' engineering identity development across gender and grade. *Research in Science Education*, 45(2), 275-292.
- Capraro R. M. & Slough, S. W. (2008). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM projectbased learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In R.M. Capraro, M.M. Capraro and J. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Approach* (pp. 1-5). Rotterdam, NLD: Sense Publishers.
- Carberry, A. R., Lee, H. S., & Ohland, M. W. (2010). Measuring engineering design self-efficacy. *Journal of Engineering Education*, 99(1), 71-79.
- Carbonell Carrera, C. (2017). Spatial-thinking knowledge acquisition from route-based learning and survey learning: Improvement of spatial orientation skill with geographic information science sources. *Journal of Surveying Engineering*, 143(1), 05016009.
- Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017). Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 119-133.
- Carbonell, C., Mejías, M. A., Saorín, J. L., & Contero, M. C. (2012). Spatial data infrastructure: Development of spatial abilities in the framework of european space for higher education. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles*, 58, 157-175.

- Carbonell, C., Saorín, J. L., de la Torre, J. L., & Marrero, A. (2011). Engineers' spatial orientation ability development at the european space for higher education. *European Journal of Engineering Education*, 36, 505–512.
- Carr, R. L., Bennett, L. D., & Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 US States: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 539–564.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Hare, T. A. (2008). The adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 111-126.
- Casey, B. M. (2013). Spatial abilities and individual differences. In D.A.Waller, & L. Nadel (Eds.), *Handbook of spatial cognition* (pp. 117–134) Washington, DC: American Psychological Association.
- Cavallo, A. M. L., & Schafer, L. E. (1994). Relationships between students' meaningful learning orientation and their understanding of genetic topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 393-418.
- Cherney, I. D. (2008). Mom, let me play more computer games: They improve my mental rotation skills. *Sex Roles*, 59(11-12), 776-786.
- Cherney, I. D., & London, K. L. (2006). Gender-linked differences in the toys, television shows, computer games, and outdoor activities of 5-to 13-year-old children. *Sex Roles*, 54, 717–726.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Christou, C., Jones, K., Mousoulides, N., & Pittalis, M. (2006). Developing the 3D Math dynamic geometry software: Theoretical perspectives on design. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(4), 168-174.
- Christou, C., Pittalis, M., Mousoulides, N., Pitta, D., Jones, K., Sendova, E. & Boytchev, P. (2007). Developing an Active Learning Environment for the Learning of Stereometry. 8th International Conference on Technology in

(ICTMT8).https://eprints.soton.ac.uk/47577/1/Christou_DALEST_paper_ICTMT8_2007.pdf adresinden 18.03.2019 tarihinde erişilmiştir.

Clements, D. H. (1998). Geometric and spatial thinking in young children. ERIC Document Reproduction Service No. ED436232. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED436232.pdf> adresinden 15.03.2019 tarihinde erişilmiştir.

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. Handbook of research on mathematics teaching and learning, 420-464.

Clements, D. H., & Mcmillen, S. (1996). Rethinking “concrete” manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270-279.

Clements, D. H., & Meredith, J. S. (1994). Turtle math. Montreal: Logo Computer Systems (LCSI).

Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the building blocks project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 136–163.

Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., Swaminathan, S., & McMillen, S. (1997). Students' development of length concepts in a Logo-based unit on geometric paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 70-95.

Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2012). Inferring cross sections of 3D objects: A new spatial thinking test. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 868-874.

Cohen, J. R., & Swerdlik, E. M. (2002). *Psychological testing and assesment*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Cohen, N. (2003). Curved solid nets. In N. Paterman, B. J. Doughery, & J. Zillox (Eds.), *Proceedings of the 27th international conference of psychology in mathematics education*, vol. 2 (pp. 229-236). Honolulu, USA.

College Entrance Examination Board (CEEB) (1939). Special Aptitude Test in Spatial Relations, USA.

- Colom, R., Contreras, M. J., Botella, J., & Santacreu, J. (2002). Vehicles of spatial ability. *Personality and Individual Differences*, 32(5), 903-912.
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorin, J. K. & Conesa, J. (2005). Improving Visualization Skills in Engineering Education. *Computer Graphics in Education*, 5, 24-31.
- Cooper, L. A., & Mumaw, R. J. (1985). Spatial aptitude. In R. F. Dillman (Ed.). *Individual differences in cognition* (2nd. Ed., pp.67-94). New York, NY: Academic Press.
- Cope, C., & Staehr, L. (2005). Improving students' learning approaches through intervention in an information systems learning environment. *Studies in Higher Education*, 30(2), 181-197.
- Corbett, K. S., & Coriell, J. M. (2014). STEM explore, discover, apply – A middle school elective (curriculum exchange). *ASEE Annual Conference, Indianapolis, Indiana*. <https://peer.asee.org/23034> adresinden 09.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate and redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820.
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Crosling, G., Heagney, M., & Thomas, L. (2009). Improving student retention in higher education: Improving teaching and learning. *Australian Universities' Review*, 51(2), 9-18.

- Cunningham, C. M., Knight, M. T., Carlsen, W. S., & Kelly, G. (2007). Integrating engineering in middle and high school classrooms. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 3-8.
- Cuthbert, P. F. (2005). The student learning process: Learning styles or learning approaches? *Teaching in Higher Education*, 10(2), 235-249.
- Czerniak, C. M., Weber Jr, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Çakmak, S. (2009). *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students' spatial ability in mathematics*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara.
- Çalışkan, İ. S. (2003). *The effect of inquiry-based chemistry course on students' understanding of atom concept, learning approaches, motivation, self-efficacy, and epistemological beliefs*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara.
- Çanakçı, O., & Özdemir, A. Ş. (2011). Matematik problemi çözme tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 119-136.
- Çelikten, M. (2005). Öğretmenlik mesleği ve özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(19), 207-237.
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (5. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çilingir Altınır, E. (2018). Relationship between spatial thinking and puzzle games of elementary school students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 75-87.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

- Çolak, E., & Fer, S. (2007). Öğrenme yaklaşımları envanterinin dilsel eşdeğerlik, güvenirlik ve geçerlik çalışması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 197-212.
- D'Oliveira, T. C. (2004). Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.
- Dahmani, L., Ledoux, A., Boyer, P., & Bohbot, V. D. (2012). Wayfinding: The effects of large displays and 3-D perception. *Behavior Research Methods*, 44(2), 447-454.
- Darlington, E. (2011). Approaches to learning of undergraduate mathematicians. The Day Conference of British Society of Research on Learning of Mathematics (BSRLM) Conference. Oxford, England.
- David, L. T. (2012). Training effects on mental rotation, spatial orientation and spatial visualisation depending on the initial level of spatial abilities. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 33(1), 328-332.
- Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20.
- Delialıglı, Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability, mathematical skills and spatial ability on achievement in secondary school physics*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara.
- Demirel, Ö. (2000). *Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme* (3. Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Demirkaya, C., & Masal, M. (2017). Geometrik-mekanik oyunlar temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal düşünebilme becerilerine etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 600-610.
- DeVellis, R. F. (2014). *Ölçek geliştirme: Kuram ve uygulamalar*. (Çev: T. Totan). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Dillon, P., & Howe, T. (2007). An epistemology of presence and reconceptualisation in design education. *Interchange*, 38(1), 69-88.

- Diseth, A., & Martinsen, Ø. (2003). Approaches to learning, cognitive style, and motives as predictors of academic achievement. *Educational psychology*, 23(2), 195-207.
- Do, T. V., & Lee, J. W. (2009). A multiple-level 3D-LEGO game in augmented reality for improving spatial ability. *Lecture Notes in Computer Science*, 5613, 296-303.
- Doğan, C. D., Atmaca, S., & Yolcu, F. A. (2012). The correlation between learning approaches and assessment preferences of eighth-grade students. *Elementary Education Online*, 11(1), 264-272.
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55-65.
- Douglas, K. A., Moore, T. J., & Adams, R. S. (2016). Core engineering design competencies for intermediate and middle grades. Purdue University Research Foundation.
- Douglas, K.A., Moore, T.J., Johnston, A.C., & Merzdorf, H.E. (2018). Informed designers? Students' reflections on their engineering design process. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), 443-459.
- Doyle, R. A., Voyer, D., & Cherney, I. D. (2012). The relation between childhood spatial activities and spatial abilities in adulthood. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(2), 112-120.
- Duesbury, R., & O'Neil, H. (1996). Effect of type of practice in a computer-aided design environment in visualizing three-dimensional objects from two-dimensional orthographic projections. *Journal of Applied Psychology*, 81(3), 249-260.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. In C. Mammana & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century: An ICMI study*. Dordrecht: Kluwer.

- Dyer, R. R., Reed, P. A., & Berry, R.Q. (2006). Investigating the relationship between high school technology education and test scores for algebra 1 and geometry. *Journal of Technology Education*, 17(2) 7-17.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Ekinci, N. (2009). Üniversite öğrencilerinin öğrenme yaklaşımları. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 74-88.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of factor referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Services.
- Eliot, J., & Smith, I. M. (1983). *An international directory of spatial tests*. Windsor, Berkshire: NFER-Nelson; Atlantic Highlands.
- Ellez, M. & Sezgin, G. (2002). Öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımları. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitapçığı Cilt II, s: 1261–1266.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14.
- Entwistle, N. J. (1997). Contrasting perspectives on learning. F. Marton, J. D. Hounsell, & N. J. Entwistle (Ed.). In *The experience of learning* (pp. 3-22). Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Entwistle, N. J., & Tait, H. (1990). Approaches to learning, evaluations of teaching, and preferences for contrasting academic environments. *Higher Education*, 19(2), 169-194.
- Entwistle, N., & Ramsden, P. (1983). *Understanding student learning*. London: Nichols Publishing Company.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). The usage of engineering practices in science education: Effects of design based science learning on students' academic achievement. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 9(1), 128-164.
- Erdoğan, Y., Bayram, S., & Deniz, L. (2007). Web tabanlı öğretim tutum ölçeği: Açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi çalışması. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-14.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler-I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim online*, 5(1), 30-44.
- Eryaman, Z. (2009). A study on sixth grade students' spatial reasoning regarding 2D representations of 3D objects. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara*.
- Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Evans, C. J., Kirby, J. R., & Fabrigar, L. R. (2003). Approaches to learning, need for cognition, and strategic flexibility among university students. *British Journal of Educational Psychology*, 73(4), 507-528.
- Fay, E., & Quaiser-Pohl, C. (1999). *Schnitte-Ein Test zur Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Frankfurt, Germany: Swets Test Services.
- Felix, A., & Harris, J. (2010). A project-based, STEM-integrated alternative energy team challenge for teachers. *The Technology Teacher*, 69(5), 29-34.
- Felix, A., Bandstra, J. Z. & Strosnider, W. H. J. (2010). Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development. *Proceedings of the Mid-Atlantic American Society for Engineering Education Conference*.
- Ferguson, A. M., Maloney, E. A., Fugelsang, J., & Risko, E. F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1-12.
- Field, A. (2009). *Discovering statistic using SPSS for Windows*. London: SAGE Publications.

- Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24(2), 139–162.
- Fleer, M. (1999.) Children's alternative views: Alternative to what? *International Journal of Science Education*, 21(2), 119–35.
- Fleer, M. (2000). Working technologically: Investigations into how young children design and make during technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 10(1), 43–59.
- Fleishman, J. J., & Dusek, E. R. (1971). Reliability and learning factors associated with cognitive tests. *Psychological Reports*, 29, 523–530.
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological bulletin*, 76(5), 378.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok- Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855–879.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: Mc Graw Hill.
- French, D. (2004). *Teaching and learning geometry*. A&C Black.
- French, J. W., Ekstrom, R. B., & Price, L. A. (1963). *Kit of reference tests for cognitive factors*. Princeton, NJ: Educational.
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2003). Understanding student learning. In *A handbook for teaching and learning in higher education* (pp. 22-36). Routledge.
- Frykholm, J., & Glasson G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics* 105(3), 127–141.

- Ganesh, T. G., & Schnittka, C. G. (2014). Engineering education in the middle grades. *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, 89-115.
- Garcia, R. R., Quiros, J. S., Santos, R. G., Gonzalez, S. M., & Fernanz, S. M. (2007). Interactive multimedia animation with macromedia flash in descriptive geometry teaching. *Computers & Education*, 49(3), 615–639.
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research: Competencies for analysis and application*. Upper Saddle River, New Jersey: Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Gezer, M., & Şahin, İ. F. (2017). Sosyal bilgiler öğrenme yaklaşımları ölçeği (SÖYÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İlköğretim Online*, 16(1), 228-244.
- Gijbels, D., Van de Watering, G., Dochy, F., & Van de Bossche, P. (2005). The relationship between students' approaches to learning and the assessment of learning outcomes. *European Journal of Psychology of Education*, 20(4), 327-341.
- Goldstein, M.H., Omar S.A., Purzer, S. & Adams R.S. (2018). Comparing two approaches to engineering design in the 7th grade science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), 381-397.
- Gonzato, M., Fernández, T., & Díaz, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial [Tasks for the development of visualization and spatial orientation skills]. *Números: revista didáctica de las matemáticas*, 77, 99–117.
- Guay, R. (1977). *Purdue Spatial Visualization Tests*. Purdue Research Foundation: West Lafayette, IN.
- Guilford, J. P., & Zimmerman, W. S. (1948). The Guilford & Zimmerman Aptitude survey. *Journal of Applied Psychology*, 32(1), 24-35.
- Gutiérrez, A. (1992). Exploring the links between van Hiele levels and 3-dimensional geometry. *Structural Topology*, 18, 31–48.

- Gutierrez, A., Lawrie, C., & Pegg, J. (2004) Characterization of students' reasoning and proof abilities in 3- dimensional geometry. In M. J. Hoines, & A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th conference of the International group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 2 (pp. 511-518). Bergen, Norway.
- Gündoğdu Alaylı, F. (2012). *Geometride şekil oluşturma ve şekli parçalarına ayırma çalışmalarında ilköğretim 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin düşünme süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçteki düzeylerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hacıeminoğlu, E., Yılmaz Tüzün, Ö., & Ertepinar, H. (2009). İlkokul öğrencilerinin öğrenme yaklaşımlarının, güdüsel hedeflerinin ve fen başarılarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 37, 72-83.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Hauptman, H. (2010). Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0. *Computers & Education*, 54(1), 123-135.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The cambridge handbook of visuospatial thinking*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial layout learning. *Intelligence*, 34(2), 151–176.
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K., & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425 – 447.

- Heikkilä, A. & Lonka, K. (2006). Studying in higher education: Students' approaches to learning, self-regulation, and cognitive strategies. *Studies in Higher Education*, 31(1), 99–117.
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research. *Educational and psychological measurement*, 66, 393-416.
- Hinze, S. (2002). *Entwicklung des Bilder-Rotations-Tests—ein Test zur Erfassung der mentalen Rotation im Vorschulalter*. Unpublished master's thesis, Otto-von-Guericke-University, Magdeburg, Germany.
- Hinze, S., & Quaiser-Pohl, C. (2003). The Picture Rotation Test (PRT)- A mental-rotation test for pre-school children. Manuscript in preparation.
- Hjalmarson, M., Diefes-Dux, H. A., & Moore, T. (2008). Designing model development sequences for engineering. In, J. Zawojewski, K. Bowman, & H. A. Diefes-Dux (Eds.), *Mathematical modeling in engineering education: Designing experiences for all students*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cut of criteria for fit indexes in covariance structural analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 55-65.
- Hung, P. H., Hwang, G. J., Lee, Y. H., & Su, I. H. (2012). A cognitive component analysis approach for developing game-based spatial learning tools. *Computers & Education*, 59(2), 762-773.
- Huttenlocher, J., Levine, S., & Vevea, J. (1998). Environmental input and cognitive growth: A study using time-period comparisons. *Child Development*, 69, 1012–1029.
- Huttenlocher, J., Newcombe, N., & Vasilyeva, M. (1999). Spatial scaling in young children. *Psychological Science*, 10(5), 393-398.

- Hvizdo, M. M. (1992). *A study of the effect of spatial ability on geometry grades*. Unpublished master's thesis, Southern Connecticut State University, Connecticut.
- Hynes, M. M., & Santos, A. D. (2007). Effective teacher professional development: Middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 24–29.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.869.9893&rep=rep1&type=pdf> adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Infinity Project (2007). <http://www.infinity-project.org> adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- İlhan, M., Çetin, B., & Kılıç, M. A. (2013). Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği'nin (MÖYÖ) geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 113-145.
- Johnson, D.W., Johnson R.T., & Smith, K. (2007). The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational Psychology Review*, 19, 15-29.
- Kaba, Y., & Şengül, S. (2015). Ortaokul öğrencilerinin matematiksel anlamaları ile matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişki. *Eğitim ve Bilim*, 40(180), 103-123.
- Kadam, K., Sahasrabudhe, S., & Iyer, S. (2012). Improvement of mental rotation ability using blender 3-D. *Proceedings of IEEE Fourth International Conference on Technology for Education* (pp. 60-66), Hyderabad.
- Kalaycı, Ş. (Ed.) (2014). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (6. Baskı). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kan, A., 2009. Ölçme Sonuçları Üzerinde İstatistiksel İşlemler. H. Atılğan (Ed.), *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (ss. 397–456), Ankara: Anı Yayıncılık.

- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi* (14. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academic Press. Early Childhood Education and Practice.
- Kayış, A. (2010). Güvenilirlik analizi. Şeref Kalaycı (Editör). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikler* (ss. 404-424). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26-39.
- Kember, D., Biggs, J., & Leung, D. Y. (2004). Examining the multidimensionality of approaches to learning through the development of a revised version of the Learning Process Questionnaire. *British Journal of Educational Psychology*, 74(2), 261-279.
- Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in mathematics, science and Technology*, 4(1), 44-55.
- Kinnear, P. R., & Gray, C. D. (1997). *SPSS for Windows made simple*. London: Psychology Press.
- Kline, R. B. (2011). *An easy guide to factor analysis*. New York: Routledge.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- Kolodner, J. L. (2006). Case-based reasoning. In K. L. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the elearning sciences* (pp. 225–242). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., ... & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-

- school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. *The journal of the learning sciences*, 12(4), 495-547.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object-manipulation and perspective-taking spatial abilities. *Memory & Cognition*, 29, 745–756.
- Kozhevnikov, M., Motes, M., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31, 549–579.
- Kösa, T., & Kaya, H. (2018). Evaluation of the learning environment designed for developing 7th grade students' spatial orientation skills. *Kastamonu Education Journal*, 26(1), 83-92.
- Köse, E. (2013). Bilimsel araştırma modelleri. R.Y. Kıncal (Ed). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (Geliştirilmiş 2. Basım) (ss. 99-123). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., Czerniak, C. L., & Berger, C. F. (2003). *Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach*. McGraw-Hill Humanities Social.
- Kyllonen, P. C., Lohman, D. F. & Snow, R. E. (1984). Effects of aptitudes, strategy training and task facets on spatial task performance. *Journal of Educational Psychology*, 76(1), 130- 145.
- Kyritsis, M., & Gulliver, S. (2009). Guilford Zimmerman Orientation survey: A validation. *Proceedings of 7th International Conference on Information, Communications and Signal processing* (pp. 1-4), Macau.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
- Lappan, G. ve diğerleri. (1981). *Middle grades mathematics project spatial visualization test*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for accommodation between science and technology education in the curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.

- Likert, R. (1970). *The revised Minnesota paper form board manual*. New York: The Psychological Corporation.
- Lin, C. H., Chen, C. M., & Lou, Y. C. (2014). Developing spatial orientation and spatial memory with a treasure hunting game. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(3), 79-92.
- Lin, C. P., Shao, Y. J., Wong, L. H., Li Y. J., & Niramitranon, J. (2011). The impact of using synchronous collaborative virtual tangram in children's geometric. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(2), 250-258.
- Linn, M., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Little, R., Poth, R., Gilbert, R. & Barger, M. (2005), *Adapting the engineering design process for elementary education applications*. Annual Conference, Portland, Oregon. <https://peer.asce.org/15533> adresinden 09.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*. Technical Report No. 8 Palo Alto, CA: Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Stenverg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181-248). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and G. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and assessment* (pp. 97–116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lonka, K., Olkinuora, E., & Makinen, J. (2004). Aspects and prospects of measuring studying and learning in higher education. *Educational Psychology Review*, 16(4), 301-323.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.

- Loverude, M. E., Kautz, C. H., & Heron, P. R. L. (2002). Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas. *American Journal of Physics*, 70(2), 137–148.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344–351.
- Lucas, U. (2001). Deep and surface approaches to learning within introductory accounting: A phenomonographic study. *Accounting Education: An International Journal*, 10(2), 1-24.
- Ma, H. L., Wu, D., Chen, J. W., & Hsieh, K. J. (2009). Mithelmore's development stages of the right rectangular prisms of elementary school students in Taiwan. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonidis (Eds.), *Proceedings of the 33rd conference of the international group for the psychology of mathematics education*, vol. 4 (pp. 57–64). Thessaloniki: PME.
- Maier, P. (1996). Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid. In *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (pp. 63–75).
- Maier, P. (1998). Spatial geometry and spatial ability: How to make solid geometry solid. In E. Osnabrück, K. Cohors-Fresenborg, G. Reiss, G. Toener, & H. Weigand (Eds.), *The proceedings of the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (pp. 63–75), Munich, Germany.
- Makinen, J. (2003) *University students' general study orientations: Theoretical background, measurements and practical implications*. University of Turku: Annales Universitatis Turkuensis (vol.262).
- Marasco, E., & Behjat, L. (2013). Integrating creativity into elementary electrical engineering education using CDIO and project-based learning. In *2013 IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education (MSE)* (pp. 44-47). IEEE.
- Marcoulides, G., & Schumacher, R. (2001). *New developments and techniques in structural equation modelling*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Mariotti, M. A. (1989). Mental images: some problems related to the development of solids. In G. Vergnaud, J. Rogalski, & M. Artique (Eds.), *Proceedings of the 13rd international conference for the psychology of mathematics education*, vol. 2 (pp. 258-265). Paris, France.
- Markopoulos, C. (2003). *Teaching and learning of solids with the use of technological tools*. Unpublished doctoral dissertation, University of Patra, Greece.
- Marshall, D., & Case, J. (2005). Approaches to learning research in higher education: A response to Haggis. *British Educational Research Journal*, 31(2), 257-267.
- Marton, F., & Saljo, R. (1976a). On qualitative differences in learning-I: Outcome & process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F., & Saljo, R. (1976b). On qualitative differences in learning-II: Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Marton, F., & Saljo, R. (1997). Approaches to learning. F. Marton, D. Hounsell & N. Entwistle (ed.). In *The experience of learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Marulcu, I. (2010). *Investigating the impact of a LEGO-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Unpublished doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Marulcu, I., & Barnett, M. (2013). Fifth graders' learning about simple machines through engineering design-based instruction using LEGO™ materials. *Research in Science Education*, 43(5), 1825-1850.
- Massachusetts Department of Elementary & Secondary Education (2001). *Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework*. Malden, MA: Massachusetts Department of Education. www.doe.mass.edu/frameworks/current.html adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Mathis, C.A., Siverling, E.A., Moore, T.J., Douglas, K.A., & Guzey, S.S. (2018). Supporting engineering design ideas with science and mathematics: A case study

- of middle school life science students. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), 424-442.
- Matic, L. J., Matic, I., & Katalenic, A. Approaches to learning mathematics in engineering study program. *Mathematics teaching for the future*, 186-195.
- McBride, J. W., & Silverman, F. L. (1991). Integrating elementary/middle school science and mathematics. *School Science and Mathematics*, 9(7), 285-292.
- McClurg, P., Lee, J., Shavaliar, M. & Jacobsen, K. (1997). *Exploring children's spatial visual thinking in an HyperGami Environment* (ERIC Document Reproduction Service No. ED408976). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED408976.pdf> adresinden 20.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- McCune, V., & Entwistle, N. (2000). *The deep approach to learning: Analytic abstraction and idiosyncratic development*. Innovations in Higher Education Conference, Helsinki.
- McGee, M. G. (1979a). *Human spatial abilities: sources of sex differences*. New York, NY: Preager.
- McGee, M. G. (1979b). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- McKenna, A., & Agogino, A. (1998). A Web-based instructional module for teaching middle school students engineering design with simple machines. *Journal of Engineering Education*, 87(4), 437-444.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretimprogramlari/icerik/72> adresinden 21.09.2014 tarihinde erişilmiştir.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71–85.

- Meydan, C. H., & Şeşen, H. (2011). *Yapısal eşitlik modellemesi AMOS uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Meyers, L. S, Gamst, G., & Guarino, A. J. (2006). *Applied multivariate research: Design and interpretation*. London: SAGE Publications.
- Miaoulis, I. (2014). K-12 Engineering: The missing core discipline. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. West Lafayette, IN: Purdue University press.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B., & Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement*, 17(2), 185-199.
- Middle Grades Mathematics Project (1983). Spatial Visualization Test. Department of Mathematics, Michigan State University.
- Mithalal, J. (2010). 3D geometry and learning of mathematical reasoning. In *Proceedings of CERME* (Vol. 6, pp.796-805).
- Money, J., Alexander, D., & Walker Jr., H. T. (1965). *A standardized roadmap test of directional sense*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), Article 2.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., Kersten, J. A., & Stohlmann, M. S. (2013). A framework for implementing engineering standards in K-12. In *Annual Meeting of the Association of Science Teacher Educators*.

- Moreno, N. P., Tharp, B. Z., Vogt, G., Newell, A. D., & Burnett, C. A. (2016). Preparing students for middle school through after-school STEM activities. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 889–897.
- Museum of Science Boston. (2009). Engineering is elementary engineering design process. http://www.mos.org/eie/engineering_design.php adresinden 15.03.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Nargund-Joshi, V., Liu, X., Chowdhary, B., Grant, B., & Smith, E. (2013). Understanding meanings of interdisciplinary science inquiry in an era of next generation science standards. In *annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico*.
- National Academy of Engineering (NAE), & National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academy of Engineering [NAE] (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: National Academies Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Governors Association: Center for Best Practices, CCSSM (2010). *Common Core State Standards Mathematics*. Washington D.C.: National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers.
- National Research Council (NRC) (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academic Press.
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Neuman, L.W. (2007). *Toplumsal araştırma yöntemleri: Nitel ve nicel yaklaşımlar* (Çev: S. Özge). İstanbul Yayın Odası.
- Newberry, P., T. R. Grimsley, J. Hansen, & A. Spence (2006). Research of Project Lead the Way curricula, pedagogy, and professional development: Activities regarding increasing engineering and technological literacy of K12 students in the PLTW network. In *Proceedings of the Annual Conference of the American Society for Engineering Education*. Chicago, IL.
- Newble, D. I., & Entwistle, N. J. (1986). Learning styles and approaches: Implications for medical education. *Medical Education*, 20, 162–17.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29.
- Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2000). *Making space: The development of spatial representation and reasoning*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Newcombe, N. S., & Stieff, M. (2012). Six myths about spatial thinking. *International Journal of Science Education*, 34, 955–971.
- Ng, G. S., & Ng, E. Y. K. (1997). Undergraduate students in a computer engineering course: A perspective of their learning approaches and motivation factors. *Programmed Learning*, 34(1), 65-69.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. <http://www.nextgenscience.org/> adresinden 09 Mart 2019 tarihinde erişilmiştir.
- Nickerson, R. S. (1994). The teaching of thinking and problem solving. In R.J. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving*. San Diego, CA: Academic Press.
- Ntemngwa, C., & Oliver, S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12-40.

- Offir, B., Lev, Y., & Bezalel, R. (2008). Surface and deep learning processes in distance education: Synchronous versus asynchronous systems. *Computers & Education*, 51, 1172–1183.
- Okman-Fişek, G. (1979). *Saklı şekiller grup testi*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Olkun, S. (2003a). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 3(1), 1-10.
- Olkun, S. (2003b). Test of spatial visualization in 2D geometry. Unpublished manuscript. Ankara University, Turkey.
- Olkun, S. (2003c). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2d geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Olkun, S., & Knaupp, J. E. (1999). Children's understanding of rectangular solids made of small cubes. (Report No. SE062280). Annual meeting of the Southwest Educational Research Association, San Antonio, TX. (ERIC Document Reproduction Service No. ED428954). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED428954.pdf> adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Olkun, S., & Sinoplu, B. (2008). The effect of pre-engineering activities on 4th and 5th grade students' understanding of rectangular solids made of small cubes. *International Online Journal Science and Mathematics Education*, 8, 1-9.
- Olkun, S., Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *Turkish Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-91.
- Oltman, P. K., Raskin, E., & Witkin, H. A. (1971). *Group embedded figures test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Owens, K., & Barraclough, D. (2001). Development of the test: Thinking about 3D Shapes. 20.03.2019 tarihinde

https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=development+of+the+test%3A+thinking+about+3d+shapes&btnG= adresinden erişilmiştir.

- Owens, K., & Outhred, L. (2006). The complexity of learning geometry and measurement. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 83–116). Rotterdam: Sense.
- Ozan, C., Köse, E., & Gündoğdu, K. (2012). Analysis of approaches to learning of students in preschool and primary school teaching departments. *Journal of Educational Sciences Research*, 2(2), 75-92.
- Özgür, H., & Tosun, N. (2012). Öğretmen adaylarının derin ve yüzeysel öğrenme yaklaşımlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 113-125.
- Özkan, G., & Sezgin-Selçuk, G. (2014). Lise öğrencilerinin fizik öğrenme yaklaşımlarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 8(1), 101-127.
- Özkan, G., & Sezgin Selçuk, G. (2015). Kavramsal değişim metinleri ve yaşam temelli öğrenmenin öğrencilerin fizik öğrenme yaklaşımları üzerindeki etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(30), 1-12.
- Parzysz, B. (1988). Problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics*, 19(1), 79–92.
- Peker, M., & Aydın, B. (2003). Anadolu ve fen liselerindeki öğrencilerin öğrenme stilleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 167-172.
- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanics: A design-based modeling approach. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 429–449.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1967). *The child's conception of space*. New York, NY: Norton.

- Pittalis, M., & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in mathematics*, 75(2), 191-212.
- Pittalis, M., Mousoulides, N., & Christou, C. (2010). Students' 3D geometry thinking profiles. In *Proceedings of CERME* (Vol. 6, pp. 816-825).
- Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (2001). Patterns in children's drawings and actions while constructing the nets of solids: the case of the conical surfaces. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 23(4), 41-62.
- Presmeg, N. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 205-236). Rotterdam: Sense.
- Presmeg, N. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 205-236). Rotterdam: Sense.
- Prevost, A., & Nathan, M., & Stein, B., & Tran, N., & Phelps, A. (2009). *The integration of mathematics into precollege engineering: The search for explicit connections*. 2009 Annual Conference & Exposition. <https://peer.asee.org/5546> adresinden 10.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Project Lead The Way (PLTW) (2007). Web site. <http://www.pltw.org> adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Purzer, S., & Shelley, M. (2018). Engineering Education in Elementary and Secondary Schools [Editorial Essay]. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), I-V.
- Quaiser-Pohl, C. (2003). The Mental Cutting Test "Schnitte" and the Picture Rotation Test-two new measures to assess spatial ability. *International Journal of Testing*, 3(3), 219-231.

- Quaiser-Pohl, C., & Fay, E. (2000). The mental-cutting test “Schnitte”- A new method of selecting people of high spatial abilities. *International Journal of Psychology*, 35(3-4), 417.
- Rafi, A., Samsudin, K. A. & Said, C. S. (2008). Training in spatial visualization: The effects of training method and gender. *Educational Technology & Society*, 11(3), 127-140.
- Ramsden, P. (1979). Student learning and perceptions of the academic environment. *Higher Education*, 8, 411-27.
- Ramsden, P. (1988). Context and strategy. In *Learning strategies and learning styles* (pp. 159-184). Springer, Boston, MA.
- Ramsden, P. (2000). *Learning to teaching in higher education*. London: Newyork Routhlodge Falmer.
- Ramsden, P., Beswick, D. & Bowden, J. (1986). Effects of learning skills interventions on first year university students’ learning. *Human Learning*, 5, 151-164.
- Reid, W. A., Duvall, E., & Evans, P. (2007). Relationship between assessment results and approaches to learning and studying in year two medical students. *Medical education*, 41(8), 754-762.
- Rhem, J. (1995). Deep/surface approaches to learning: An introduction. *The National Teaching and Learning Forum*, 5(1), 1-5.
- Richardson, J. T. E. (1995). Mature students in higher education. II. An investigation of approaches to studying and academic performance. *Studies in Higher Education*, 20, 5-17.
- Richardson, J. T. E. (2003). Approaches to studying and perceptions of academic quality in a short web based course. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 433-442.
- Ringwood, J., Monaghan, K., & Maloco, J. (2005). Teaching engineering-design through LEGO® Mindstorms™. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 91–104.

- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181.
- Roberts, P. (1995). The place of design in technology education. *Innovations in Science and Technology Education*, 5, 171-179.
- Rodriguez, L., & Cano, F. (2007). The learning approaches and epistemological beliefs of university students: A cross-sectional and longitudinal study. *Studies in Higher Education*, 32(5), 647-667.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 5(3/4), 17–28.
- Rolf, W. M. (1996). Knowledge diffusion in a grade 4-5 classroom during a unit on civil engineering: An analysis of a classroom community in terms of its changing resources and practices. *Cognition and instruction*, 14(2), 179-220.
- Roth, W. M. (1996). Art and artifact of children's designing: A situated cognition perspective. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 129-166.
- Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Roth, W. M., Tobin, K., & Ritchie, S. (2001). *Re/Constructing elementary science. counterpoints: Studies in the postmodern theory of education*. New York: Peter Lang Publishing.
- Sadler Smith, E. (1997). Learning style: Frameworks and instruments. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 17(1-2), 51-63.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Salisbury, A. J. (1987). Primary school geometry: some unusual activities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 18(3), 471-478.

- Salthouse, T. A., Babcock, R. L., Skovronek, E., Mitchell, D. R. D., & Palmon, R. (1990). Age and experience effects in spatial visualization. *Development Psychology*, 26, 128–136.
- Samsudin, K. A., Rafi, A., & Hanif, A. S. (2011). Training in mental rotation and spatial visualization and its impact on orthographic drawing performance. *Educational Technology & Society*, 14(1), 179-186.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. New York: Routledge.
- Scherer, R. F. (1988). Dimensionality of coping: factor stability using the ways of coping questionnaire, *Psychological Research Online*, 8(2), 763-770.
- Schmeck, R. R., Ribich, F., & Ramanaiah, N. (1977). Development of a self-report inventory for assessing individual differences in learning processes. *Applied psychological measurement*, 1(3), 413-431.
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Seçer, İ. (2015). *Psikolojik test geliştirme ve uyarlama süreci SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Selçuk, P. (2013). *Probleme dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının fizik dersi başarısı, öğrenme yaklaşımları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Senemoğlu, N. (2011). College of education students' approaches to learning and study skills. *Education and Science*, 36(160), 65-80.
- Senemoğlu, N., Berliner, D., Yıldız, G., Doğan, E., Savas, B., & Çelik, K. (2007). *Approaches to learning and study skills of Turkish and American students in colleges of education*. Uluslararası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu içinde (ss. 547-551). Bakü.

- Serbin, L. A., & Connor, J. M. (1979). Sex typing of children's play preferences and patterns of cognitive performance. *Journal of Genetic Psychology*, 134, 315–316.
- Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Sezen Yüksel, N., & Bülbül, A. (2014). Test development study on the spatial visualization. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 8(2), 124-142.
- Sezen Yüksel, N., & Bülbül, A. (2015). Test development study on the mental rotation ability. *The Anthropologist*, 20(1-2), 128-139.
- Sezgin Selçuk, G. (2010). The effects of problem-based learning on pre-service teachers achievement, approaches and attitudes towards learning physics. *International Journal of Physical Sciences*, 5(6), 711-723.
- Sezgin Selçuk, G., Çalışkan, S. & Erol, M. (2007). Fizik öğretmen adaylarının öğrenme yaklaşımlarının değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 25-41.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM Learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Sheppard, S. D, Macatangay, K., Colby, A. & Sullivan, W. M. (2009). *Educating engineers: Designing for the future of the field*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games-but not circular ones-improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 545-560.
- Silk, E. M., Schunn, C. D., & Cary, M. S. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209–223.

- Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the artificial* (3rd ed.) Cambridge, Mass.s: MIT Press.
- Sims, V. K., & Mayer, R. E. (2002). Domain specificity of spatial expertise: The case of video game players. *Applied Cognitive Psychology*, 16(1), 97-115.
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *The journal of educational research*, 95(6), 323-332.
- Smith, G. G., Olkun, S., & Middleton, J. A. (2003). Interactive versus observational learning of spatial visualization of geometric transformations. *Australian Educational Computing*, 18(1), 3-10.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf> adresinden 13 Mart 2019 tarihinde erişilmiştir.
- Smith, N. S., Miller & R. J. (2005). Learning approaches: Examination type, discipline of study, and gender. *Educational Psychology*, 25(1), 43-53.
- Smith, P., & Ragan, T. J. (1999). *Instructional design*. New York: John Wiley & Sons.
- Smith, S. (1998). An introduction to geometry through shape, vision and position. Unpublished manuscript. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2), 21–32
- Sorby, S. A. (2007). Developing 3D spatial skills for engineering students. *Australasian Journal of Engineering Education*, 13(1), 1-11.
- Sorby, S. A., Wysocki, A. F., & Baartmants, B. (2003). *Introduction to 3D spatial visualization: An active approach*. Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY.
- Sönmez, V., & Alacapınar, F. G. (2014). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri* (Genişletilmiş 3. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

- Spencer, K. (2003). Approaches to learning and contemporary accounting education. Education in a Changing Environment Conference Proceedings.
- Steiner, L. A. (2007). *The effect of personal and epistemological beliefs on performance in a college developmental mathematics class*. Unpublished doctoral dissertation, Kansas State University Manhattan, Kansas.
- Stinson, K, Sheats Harkness, S, Meyer, H, & Stallworth, J. (2009). Mathematics and science integration: Models and characterizations. *School Science and Mathematics*, 109(3), 153–161.
- Stockdale, C., & Possion, C. (1998). Spatial relations and learning. <http://www.newhorizons.org/spneeds/inclusion/teaching/stockdale.html> adresinden 14.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Stohlmann, M. S., Moore, T. J., & Cramer, K. (2013). Pre-service elementary teachers' mathematical content knowledge from an integrated STEM modelling activity. *Journal of Mathematical and Application*, 1(8), 18-31.
- Stohlmann, M., Moore, T., McClelland, J., & Roehrig, G. (2011). Year-long impressions of a middle school STEM integration program. *Middle School Journal*, 43(1), 32-40.
- Strong, S., & Smith, R. (2002). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18, 1–6.
- Subroto, T., & Si, S. (2011). The use of Cabri 3D software as virtual manipulation tool in 3-dimension geometry learning to improve junior high school students' spatial ability. In *Proceeding. The paper had been presented at International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education* (pp. 21-23).
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlik*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: Temel ilkeler ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Ekinoks Yayıncılık.

- Şimşek, E., & Kuru Yücekaya, G. (2014). Dinamik geometri yazılımı ile öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 65-80.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Boston: Allyn & Bacon.
- Tait, H., Entwistle, N., & McCune, V. (1998). ASSIST: A reconceptualisation of the approaches to studying inventory. C.Rust (ed.). In *Improving student learning: improving students as learners* (pp. 262-271). Oxford: Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematic problem solving. *Journal for Research in Mathematical Education*, 21, 216-229.
- Tekindal, S. (2009). *Okullarda ölçme ve değerlendirme yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Topbaş Tat, E., & Bulut, S. (2009). Bir Yumurtanın Matematik Dünyasına Katkıları: Yumurta Tangram. Eğitimde İyi Örnekler Konferansı, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- Trigwell, K., & Prosser, M. (1991). Improving the quality of student learning: The influence of learning context and student approaches to learning on learning outcomes. *Higher Education*, 22(3), 251-266.
- Trigwell, K., Prosser, M., & Waterhouse, F. (1999). Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning. *Higher education*, 37(1), 57-70.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Turgut, M. (2015). Development of the spatial ability self-report scale (SASRS): reliability and validity studies. *Quality & Quantity*, 49(5), 1997-2014.
- Turğut, M., & Yılmaz, S. (2012). Investigation of 7th and 8th grade students' spatial ability. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 69-79.
- Turos, J., & Ervin, A. (2000). Training and gender differences on a web-based mental rotation task. *The Penn State Behrend Psychology Journal*, 4(2), 3-12.
- Uttal, D. H. (2009). Training spatial skills: What works, for whom, and for how long? *Paper presented at the Society for Research in Child Development*, Denver, CO.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402.
- Ünal Çoban, G., & Ergin, Ö. (2008). İlköğretim öğrencilerinin feni öğrenme yaklaşımları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XXI(2), 271-293.
- Van Overschelde, J. P. (2013). Project lead the way students more prepared for higher education. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 1-12.
- Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations: A group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835.
- Walkington, C, Nathan, M, Wolfgram, M, Alibali, M, & Srisurichan, R. (2014). Bridges and barriers to constructing conceptual cohesion across modalities and temporalities: challenges of STEM integration in the pre-college engineering classroom. In S Purzer, J Strobel, & M Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-college settings: research into practice* (pp. 183-210). West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.
- Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota.

- Wang, H., Moore, T., Roehrig, G., & Park, M.S. (2011). STEM Integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Wattanawaha, N. (1977). *Spatial ability, and sex differences in performance on spatial tasks*. Unpublished master's thesis, Monash University, Melbourne.
- Webster, B. J., Chan, W. S., Prosser, M. T., & Watkins, D. A. (2009). Undergraduates' learning experience and learning process: Quantitative evidence from the East. *Higher Education*, 58(3), 375-386.
- Weinstein, C. E., Palmer, D., & Schulte, A. C. (1987). Learning and study strategies inventory (LASSI). *Clearwater, FL: H & H Publishing*.
- Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Wheatley, (1978). The Wheatley Spatial Ability Test. Unpublished manuscript, Purdue University, West Lafayette, IN.
- Wicklein, R. C. (2003). 5 good reasons for engineering design as the focus for technology education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ830474.pdf> adresinden 11.03.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R. & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64.
- Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 138–146.
- Xistouri, X., Pitta-Pantazi, D. (2006). Spatial rotation and perspective taking abilities in relation to performance in reflective symmetry tasks. In: Novotna, J., Moraova, H., Kratka, M., Stehlikova, N. (eds.) *30th Conference of the International Group*

- for the *Psychology of Mathematics Education*, vol. 5, pp. 425–432. PME, Prague.
- Yang, J. C., & Chen, S. Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game. *Computers and Education*, 55(3), 1220-1233.
- Yasin, R. M., Halim, L., & Ishar, A. (2012). Effects of problem-solving strategies in the teaching and learning of engineering drawing subject. *Asian Social Science*, 8(16), 65.
- Yenilmez, K., & Çakır, A. (2005). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik öğrenme stilleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 11(4), 569-585.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yılmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 83-96.
- Yolcu, B., & Kurtuluş, A. (2010). 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Yurt, E. (2011). *Sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Zhang, L. F. (2000). University students' learning approaches in three cultures: An investigation of Biggs's 3P model. *The Journal of Psychology*, 134(1), 37-55.
- Zhou, N., Pereira, N. L., George, T. T., Alperovich, J., Booth, J., Chandrasegaran, S., et al. (2017). The influence of toy design activities on middle school students' understanding of the engineering design processes. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 481–493.

EKLER

Ek 1: MEB tarafından araştırma için verilen izin belgesi

Ek 2: Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (MÖYÖ)

Ek 3: Uzamsal Yetenek Testi (UYT)

Ek 4: 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi (3BGDT)

Ek 5: 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testi Sorularının Alt Boyutlara Göre Dağılımını Gösteren Tablo

Ek 6: Çalışma Takvimi

Ek 7: Geliştirilen Etkinliklerin İlişkili Olduğu Kazanımlar

Ek 8: Uygulama Sürecinden Fotoğraflar

Ek 9: Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri Kitapçığı



T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 59090411-20-E.641255

19/01/2016

Konu: Anket ve Araştırma İzin Talebi

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi: a) Sevda GÖKTEPE YILDIZ'a ait 07.01.2016 tarihli dilekçe.
b) MEB. Yen. ve Eğ. Tek. Gn Md. 07.03.2012 tarih ve 3616 sayılı 2012/13 nolu gen.
c) Millî Eğitim Araştırma ve Anket Komisyonunun 15.01.2016 tarihli tutanağı.

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora programı öğrencisi Sevda GÖKTEPE YILDIZ'ın "*Geometri Problemi Çözme Sürecinde Uzamsal Yeteneğin, Görsel Temsillerin ve Öğrenme Yaklaşımlarının Rolü*" konulu tezi kapsamında, ilimiz genelinde bulunan özel/resmi ortaokullarda öğrenim gören öğrencilere; yarı yapılandırılmış görüşme formu, uzamsal yetenek testi, geometri problemi testi, 3 boyutlu düşünme testi ve matematik öğrenme yaklaşımları ölçeğini uygulama istemi hakkındaki ilgi (a) dilekçe ve ekleri Müdürlüğümüzce incelenmiştir.

Araştırmacının; söz konusu talebi; bilimsel amaç dışında kullanılmaması, uygulama sırasında bir örneği müdürlüğümüzde muhafaza edilen mihürlü ve imzalı veri toplama araçlarının uygulanması, katılımcıların gönüllülük esasına göre seçilmesi, araştırma sonuç raporunun müdürlüğümüzden izin alınmadan kamuoyuyla paylaşılmaması koşuluyla, okul idarelerinin denetim, gözetim ve sorumluluğunda, eğitim-öğretimi aksatmayacak şekilde ilgi (b) Bakanlık emri esasları dâhilinde uygulanması, sonuçtan Müdürlüğümüze rapor halinde (CD formatında) bilgi verilmesi kaydıyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Dr. Muammer YILDIZ
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
19/01/2016

Ahmet Hamdi USTA
Vali a.
Vali Yardımcısı

- Ek:1- Genelge
2- Komisyon Tutanağı

İl Millî Eğitim Müdürlüğü
E-Posta: ıgbl4@meb.gov.tr

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

Ad Soyad:

MATEMATİK ÖĞRENME YAKLAŞIMLARI ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki ölçek matematik dersini nasıl öğrendiğinizi belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Ölçekte öğrenme yaklaşımlarınızı ifade eden maddeler bulunmaktadır. Cevaplarınızın doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için soruları dikkatli bir şekilde okuyunuz. Her soru için tek bir cevabı işaretleyiniz ve tüm soruları cevaplandırınız.

Matematik dersindeki öğrenme yaklaşımlarınız ile ilgili bu çalışmaya yaptığınız katkıdan dolayı teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sevda Göktepe Yıldız

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Matematik sınavlarına genel olarak düzenli bir şekilde hazırlanırım.	()	()	()	()	()
2. Matematiksel konuların büyük kısmını ezberlemeyi tercih ederim.	()	()	()	()	()
3. Bir matematik konusunu öğrenirken her bir bölümünü ayrıntılı düşünür ve anlamaya çalışırım.	()	()	()	()	()
4. Kendi çalışma ortamımı hazırlayarak matematik dersinde başarılı olmanın yollarını ararım.	()	()	()	()	()
5. Çoğunlukla matematik dersini başaramayacağımı düşünürüm ve endişe duyarım.	()	()	()	()	()
6. Matematik derslerinde anlatılanları adım adım takip ederek aralarındaki bağlantıyı kurmaya çalışırım.	()	()	()	()	()
7. Matematik dersini öğretmenimin önerdiği kaynaklardan takip ederek çalışırım.	()	()	()	()	()
8. Matematik çalışırken soruların çözümlerini anlamadıysam ezberlemeye çalışırım.	()	()	()	()	()
9. Matematik konuları hakkında konuşmak bence eğlencelidir.	()	()	()	()	()
10. Matematik derslerinde öğretmenin sınavda çıkabileceğini belirttiği yerleri özellikle not alırım.	()	()	()	()	()
11. Matematik sınavlarından önce başarısız olabileceğim korkusuyla uykularım kaçır.	()	()	()	()	()
12. Bazı matematik konularını çok dikkat çekici bulurum.	()	()	()	()	()
13. Matematik çalışmamı genel olarak önceden kafamda planlarım.	()	()	()	()	()
14. Matematik dersinden başarısız olursam bir daha matematik çalışmak istemem.	()	()	()	()	()
15. Matematik dersinde bazı konular özellikle dikkatimi çeker ve onlar hakkında daha çok araştırma yapmam gerektiğini düşünürüm.	()	()	()	()	()
16. Gün içerisinde mutlaka matematik çalışmaya zaman ayırırım.	()	()	()	()	()
17. Matematik konularını birbirleri ile ilişkilendiremediğimden bana anlamsız gelir.	()	()	()	()	()

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
18. Günlük hayatta karşılaştığım problemleri öğrendiğim matematik konularıyla ilişkilendirip çözmeye çalışırım.	()	()	()	()	()
19. Matematik derslerinde öğretmenimin önem verdiği noktalara dikkat eder, sınavlardan önce daha çok o kısımlara çalışırım.	()	()	()	()	()
20. Matematik sınavlarına hazırlanmanın en iyi yolu derste çözülen örnek soruları ezberlemektir.	()	()	()	()	()
21. Ders dışındaki zamanlarda da matematik konularıyla ilgilenirim.	()	()	()	()	()
22. Matematik dersinde başarılı olduğumu gördükçe daha çok çaba gösterip çalışmak isterim.	()	()	()	()	()
23. Matematik dersinde daha önce çözülen örnekleri sonrasında kendi başıma çözemem ve olduğu gibi tekrar ederim.	()	()	()	()	()
24. Bütün matematik konularını öğrenebileceğime inanırım.	()	()	()	()	()
25. Matematik dersinde bir ödev ya da proje verildiğinde öncelikle öğretmenin neye önem vereceğini dikkate alırım.	()	()	()	()	()
26. Matematik derslerinde sık sık öğrendiklerimin işe yarayıp yaramayacağını düşünürüm.	()	()	()	()	()
27. Matematiği gerçekten öğrenmek için dersleri takip ederim.	()	()	()	()	()
28. Matematik problemlerini çözerken doğru sonuca ulaşmak için daha önce yaptığım işlemleri sürekli kontrol ederim.	()	()	()	()	()
29. Matematik sınavlarına hazırlanmanın en iyi yolu derste çözülen örnek soruları tekrar çözmektir.	()	()	()	()	()
30. Matematik dersinde zamanın nasıl geçtiğini anlamam.	()	()	()	()	()
31. Bir matematik sorusunu çözmeden önce en hızlı ve en doğru nasıl çözebileceğimi düşünürüm.	()	()	()	()	()
32. Matematik dersinde ezberlediğim şeylerin ne anlama geldiğini anlayamam.	()	()	()	()	()
33. Matematik dersinde bir konuyu anlamadıysam bu beni rahatsız eder.	()	()	()	()	()

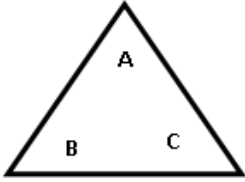
Ad Soyad:

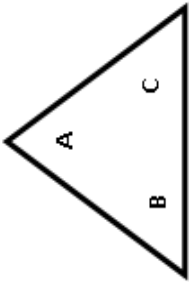
UZAMSAL YETENEK TESTİ

1. Bölüm

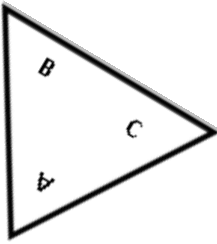
Bu bölümde çeşitli nesneler ve onların döndürülmüş hallerini gösteren şekiller bulunmaktadır. Her bir soruda çizginin üstünde 1 şekil ve altında 4 şekil bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekillerden 3 tanesi bu şeklin döndürülmüş hali, 1 tanesi ise değildir.

Örnek: Aşağıdaki soruda seçenekteki şekillerden hangisi çizginin üstündeki şeklin döndürülmüş hali değildir?

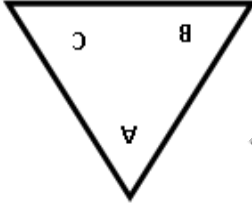




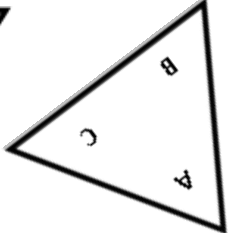
(A)



(B)



(C)

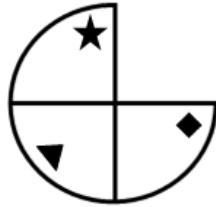


(D)

A, C ve D seçeneklerindeki şekiller yukarıdaki şeklin döndürülmüş halleridir. B seçeneği şeklin döndürülmüş hali değildir.

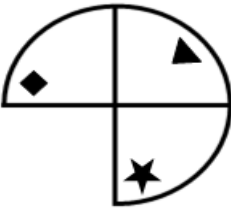
Bu bölümdeki soruları örnekteki gibi çözünüz ve çizginin üstündeki şeklin döndürülmesi ile elde edilemeyen şekli bulunuz.

1.





(A)



(B)

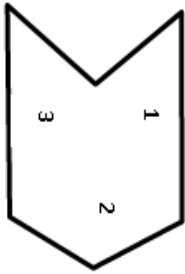
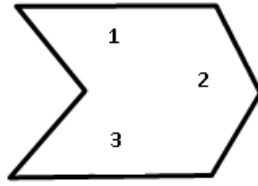


(C)

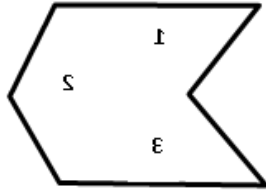


(D)

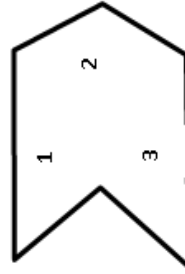
2.



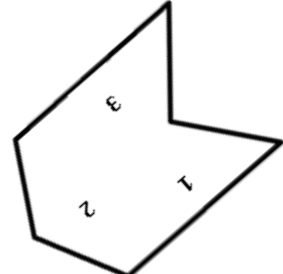
(A)



(B)



(C)

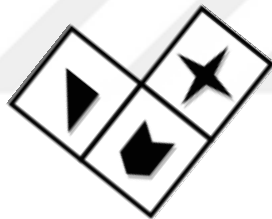


(D)

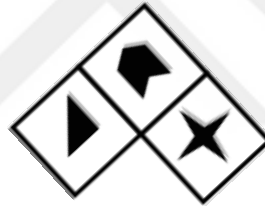
3.



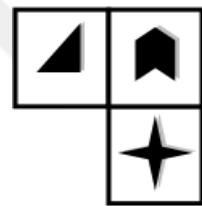
(A)



(B)

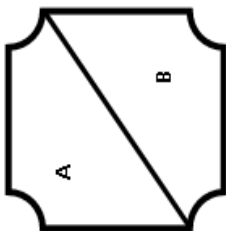
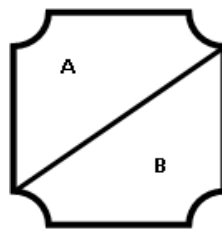


(C)

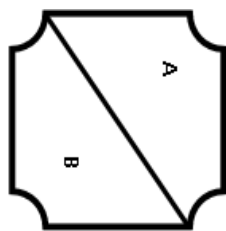


(D)

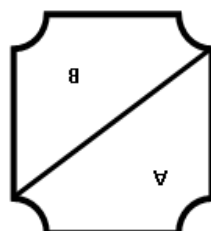
4.



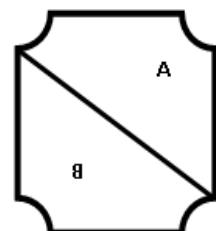
(A)



(B)



(C)



(D)

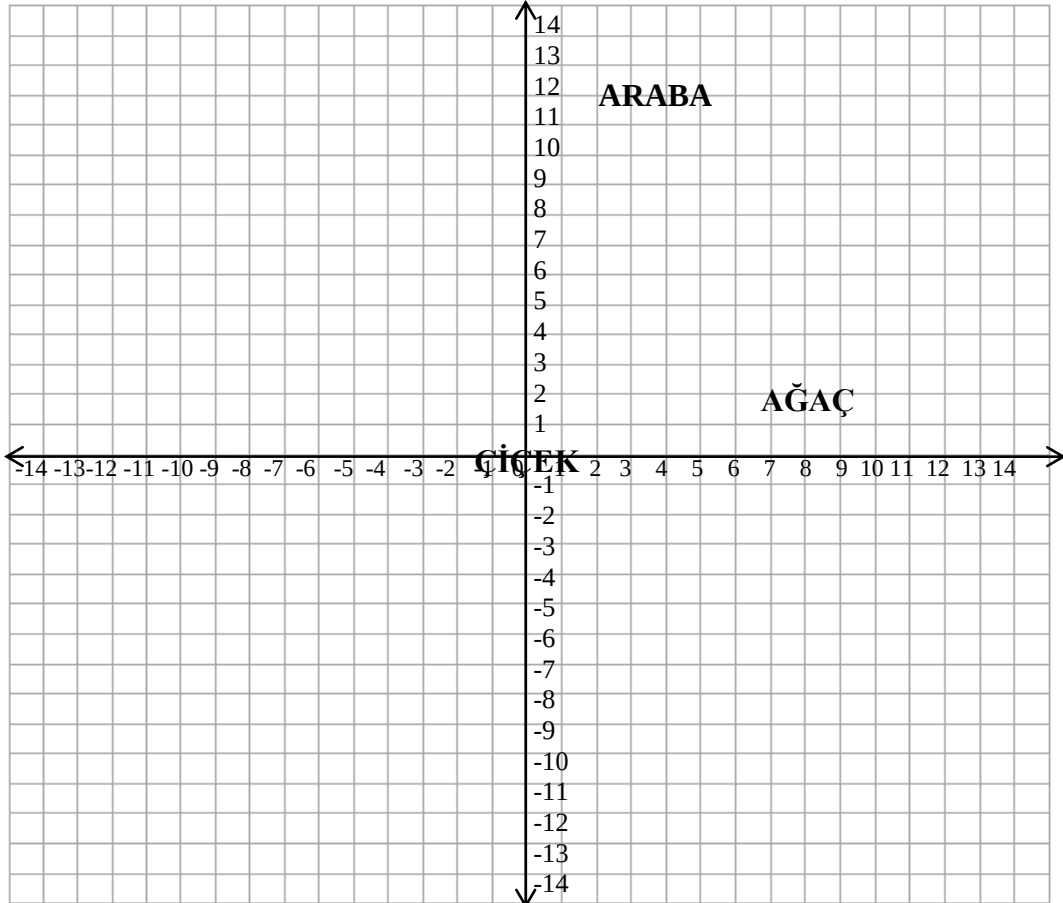
2. Bölüm

Bu bölümde çeşitli nesnelerden oluşan bir resim ve bazı nesnelerin aralarındaki yönleri belirlemek amacıyla bir “koordinat sistemi” verilmiştir. Soruları cevaplarken, bir nesnenin koordinat sisteminin merkezinde olduğunu hayal etmelisin. Merkezdeki nesnenin konumuna göre verilen diğer iki nesnenin yerini **tahmini olarak** belirlemeli ve koordinat sistemine yerleştirmelisin.

Örnek:

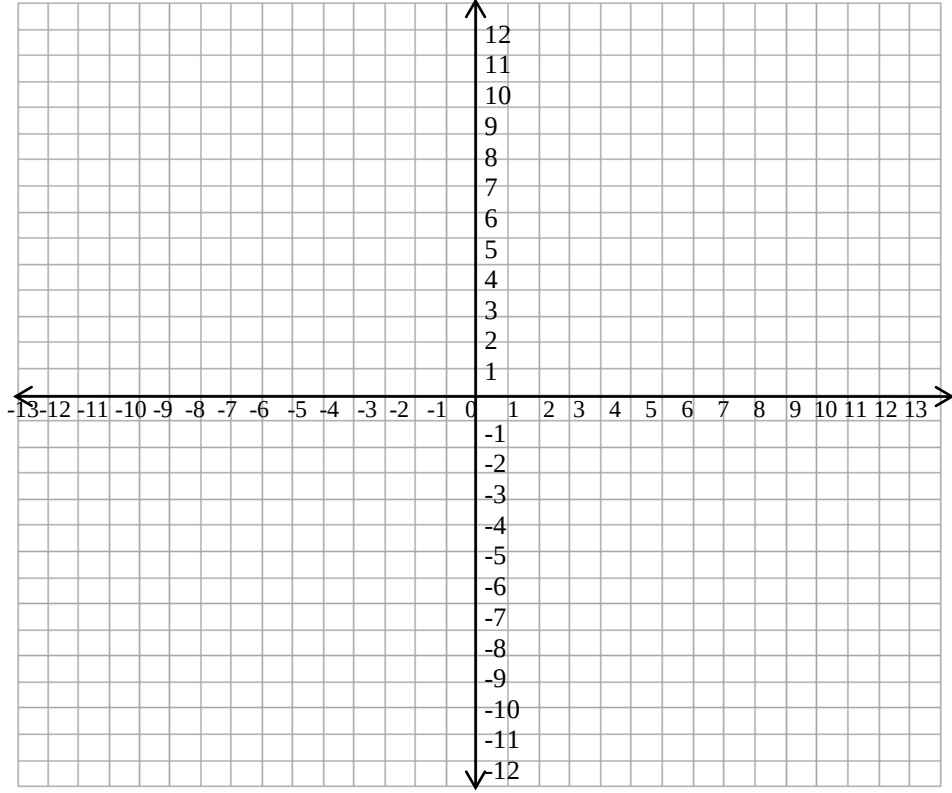


ÇİÇEĞİN koordinat sisteminin merkezinde olduğunu hayal et. Bu konumda iken **AĞACIN** ve **ARABANIN** yerini koordinat düzlemi üzerinde göster.

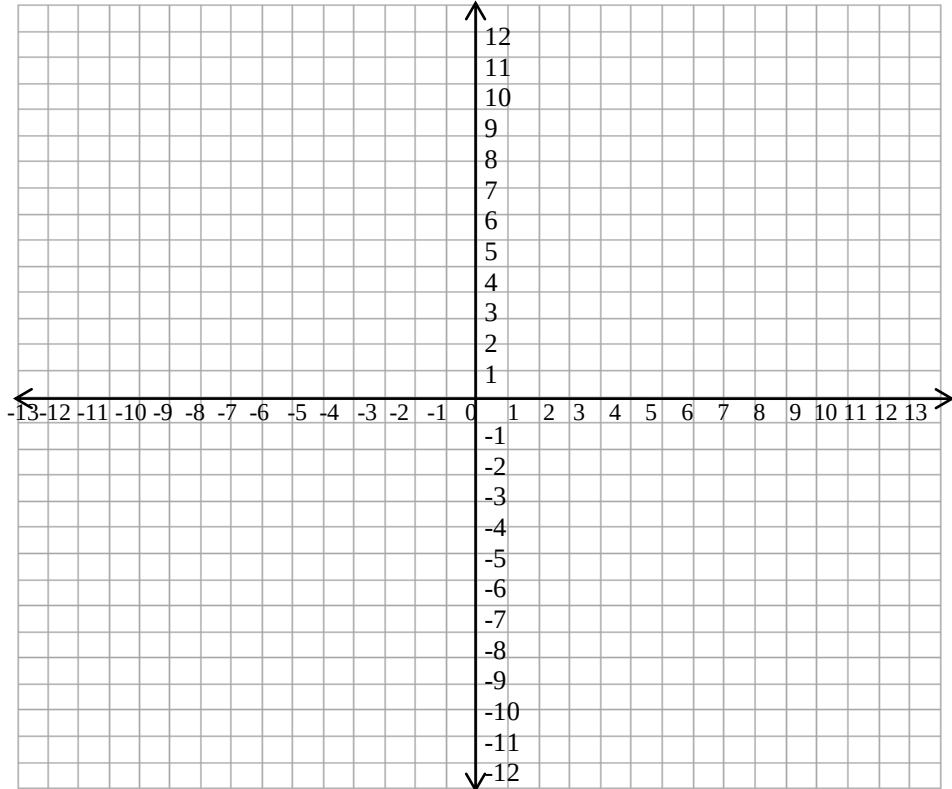


Bu bölümdeki 2 soruyu örnekteki gibi çözünüz ve istenilen nesneleri koordinat düzlemi üzerine yerleştiriniz.

1. **KEDİNİN** koordinat sisteminin merkezinde olduğunu hayal et. Bu konumda iken **KÖPEĞİN** ve **ÇİÇEĞİN** yerini koordinat düzlemi üzerinde göster.



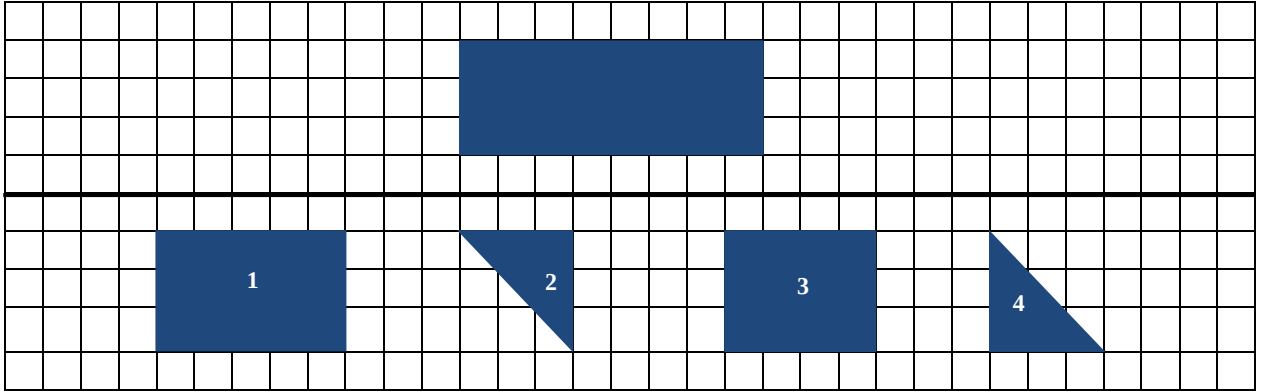
2. **ARABANIN** koordinat sisteminin merkezinde olduğunu hayal et. Bu konumda iken **EVİN** ve **AĞACIN** yerini koordinat düzlemi üzerinde göster.



3. Bölüm

Bu bölümde çizginin üstünde bir şekil ve altında onu oluşturabilecek çeşitli şekiller bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekiller **boyutları değiştirilmeden** üstteki şekli oluşturmak için **döndürülebilir**. Ayrıca şekillerin birbirleri ile **çakıştırılmaması** gerekmektedir. **Soruları cevaplarken kareli düzlemin birimlerini dikkate alınız.**

Örnek: Çizginin üstündeki şekli oluşturmak için aşağıda verilen şekil setlerinden hangisinin kullanılması gerekir?

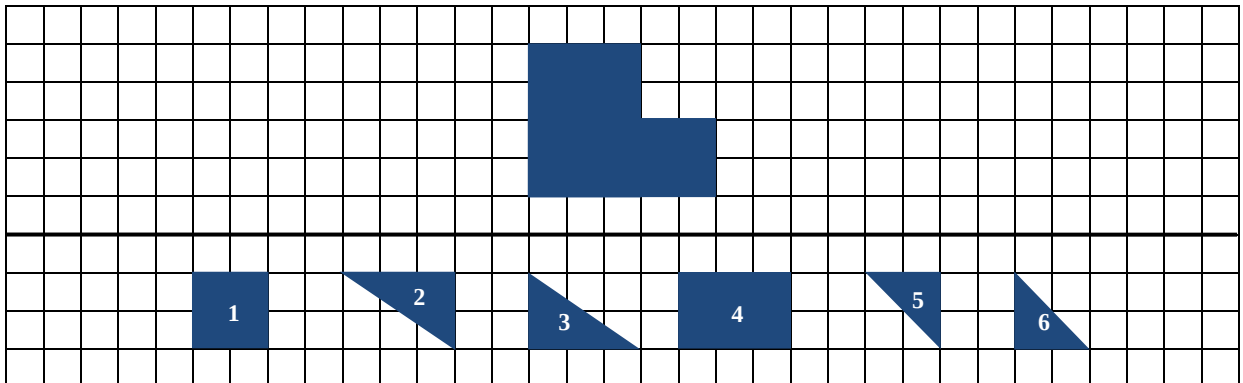


- (A)   (B)   
- (C)    (D)   

Çizginin üstündeki şekli elde etmek için B şıkkındaki şekil setini kullanmak gerekir.

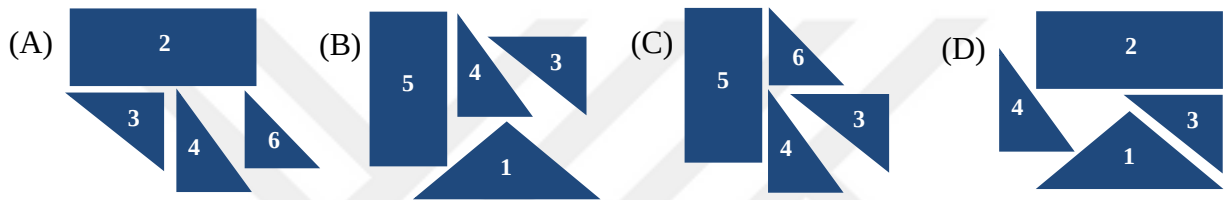
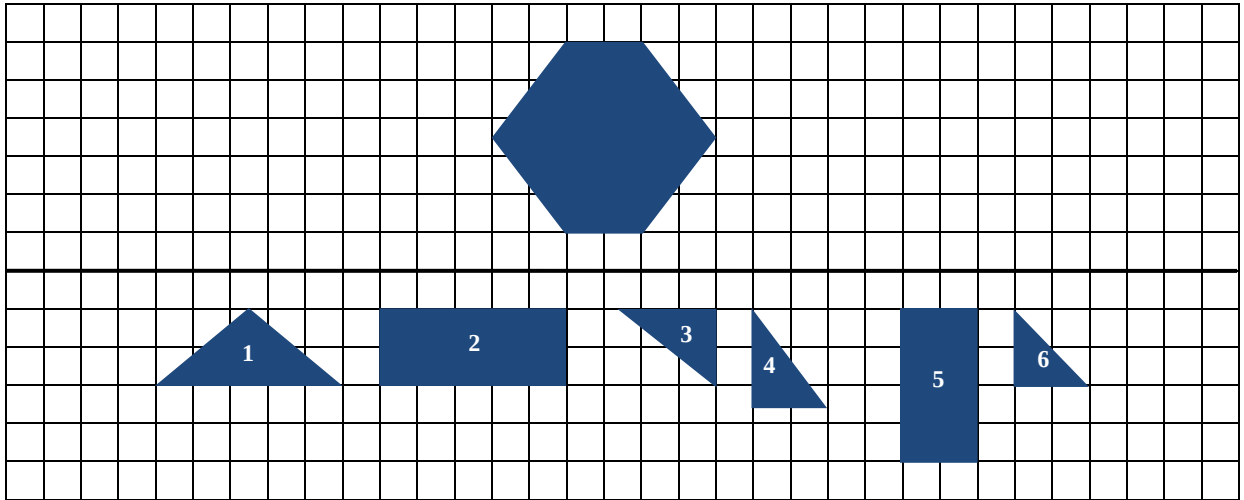
Bu bölümdaki soruları örnekteki gibi çözünüz ve her bir soru için hangi şekil setinin kullanılması gerektiğini bulunuz.

1.

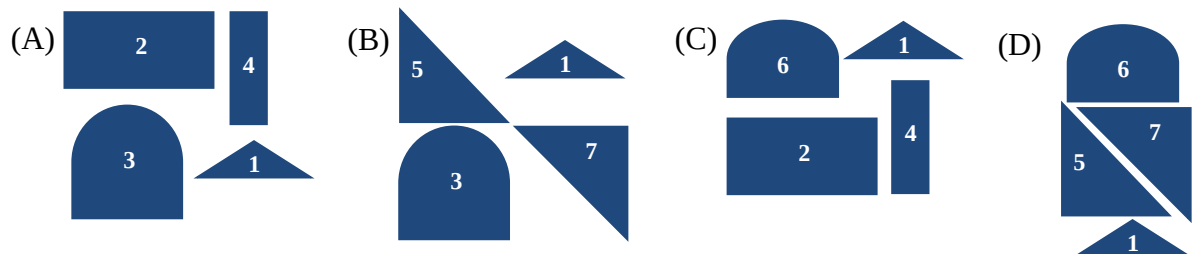
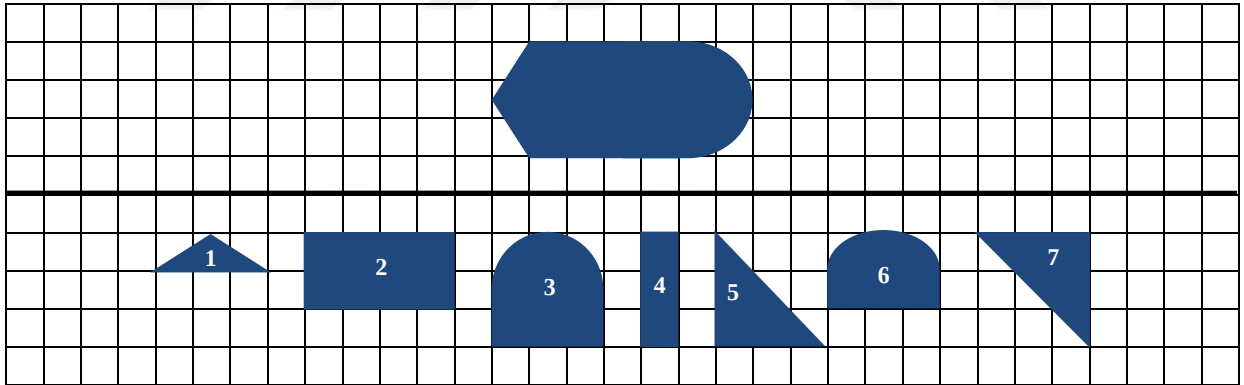


- (A)   (B)   (C)   (D)  

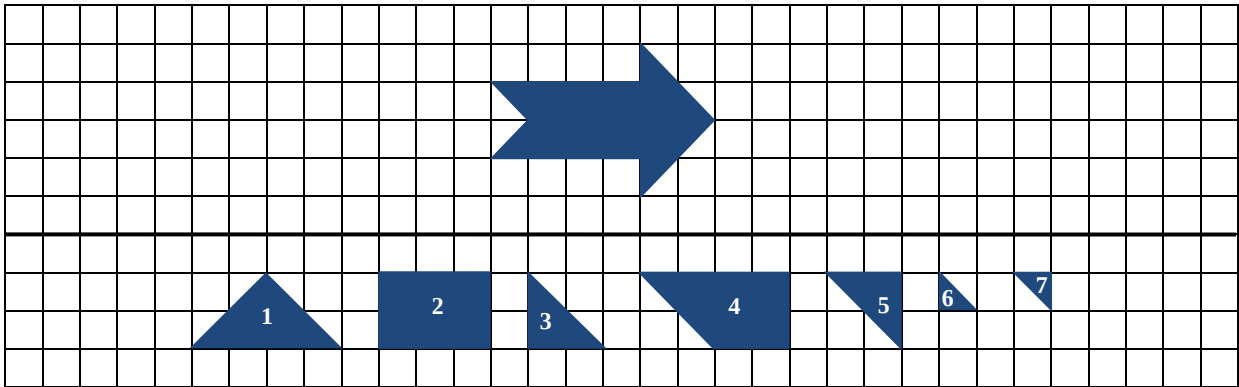
2.



3.



4.

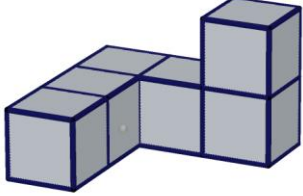


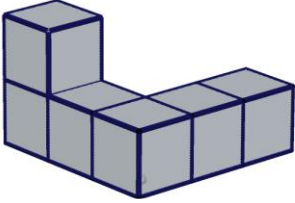
- (A)
- (B)
- (C)
- (D)

4. Bölüm

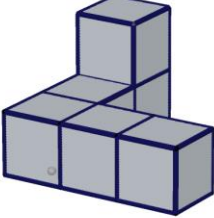
Bu bölümdeki sorularda çizginin üstünde 1 şekil ve altında 4 şekil bulunmaktadır. 3 seçeneğindeki şekil çizginin üstündeki şeklin aynısı olup çeşitli açılardan döndürülmesi ile oluşmuştur, 1 seçeneğindeki şekil ise farklı bir şekildir.

Örnek: Çizginin üstündeki şekil ile aynı olmayan şeklin bulunduğu seçeneği işaretleyiniz.

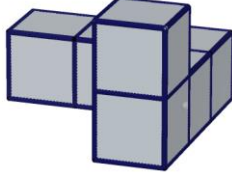




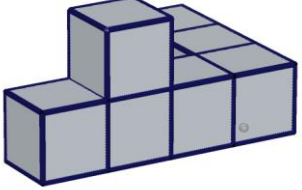
(A)



(B)



(C)

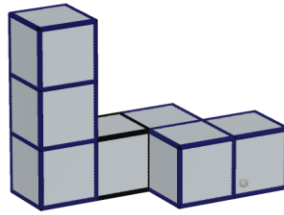


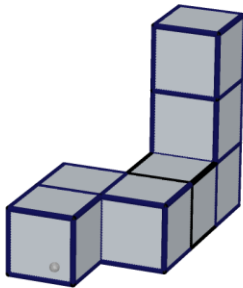
(D)

A, B ve C seçeneğindeki şekiller yukarıdaki şeklin döndürülmüş halleridir. D seçeneğindeki şekil ise farklı bir şekildir.

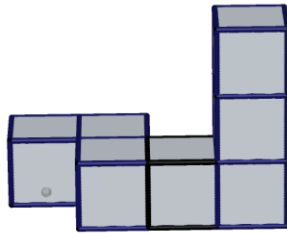
Bu bölümdeki soruları örnekteki gibi çözünüz ve çizginin altındaki şekillerden hangisinin yukarıdaki şekil ile aynı olmadığını işaretleyiniz.

1.

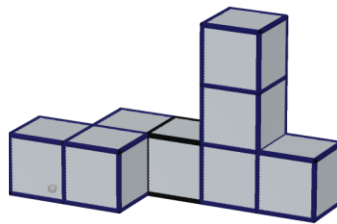




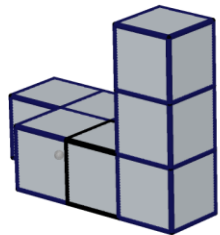
(A)



(B)



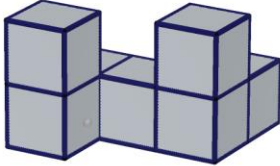
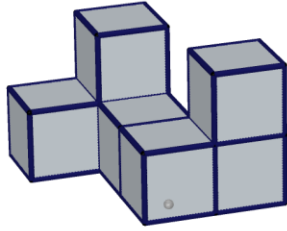
(C)



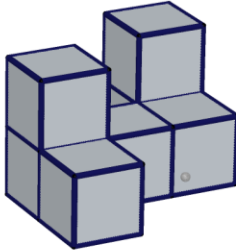
(D)

8

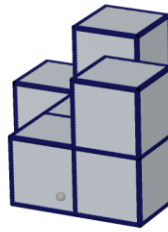
2.



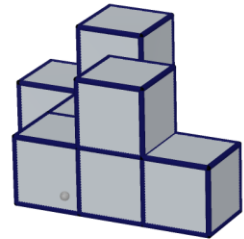
(A)



(B)

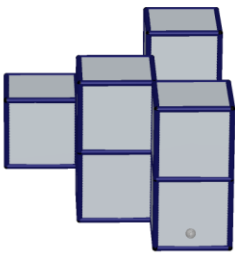
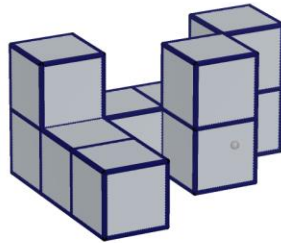


(C)

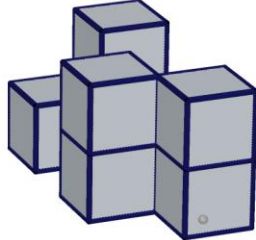


(D)

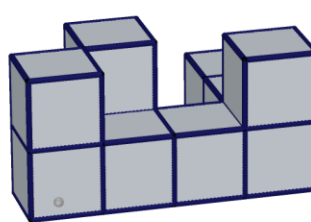
3.



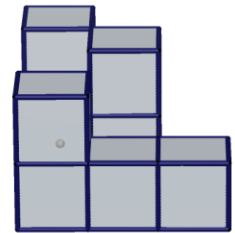
(A)



(B)

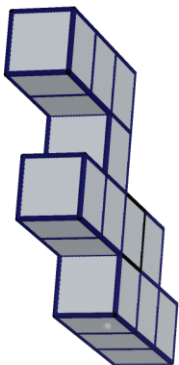
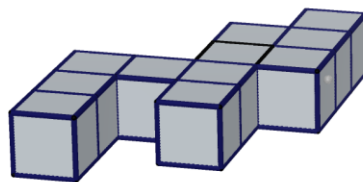


(C)

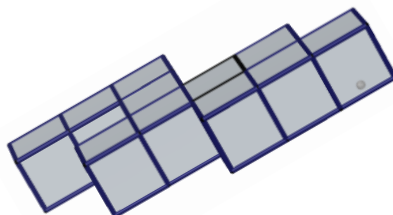


(D)

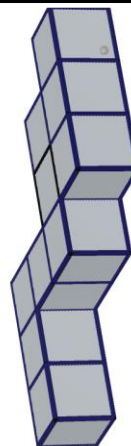
4.



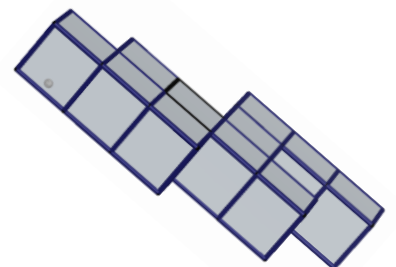
(A)



(B)



(C)

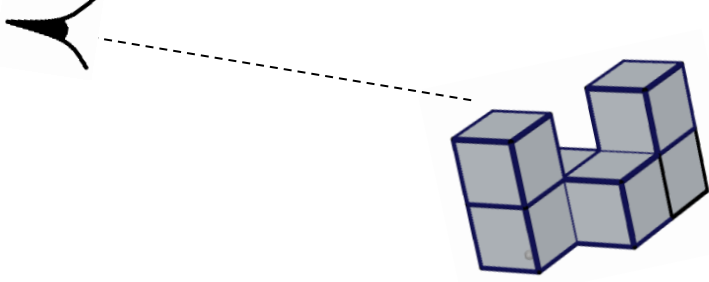


(D)

5. Bölüm

Aşağıda göz ile gösterilen yerde bulunan bir kişi küplerden oluşan şekillere bakmaktadır. Kesikli çizgi, bakış açısını göstermektedir. Bu yapılara gösterilen yerden bakan bir kişinin nasıl gördüğünü bulunuz.

Örnek: Çizginin altındaki şekillerden hangisinin verilen yapının bakış açısına bağlı olarak görünümü olduğunu bulunuz.





(A)



(B)



(C)

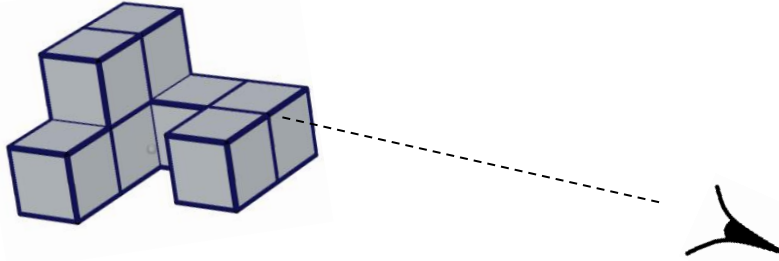


(D)

Yukarıdaki sorunun cevabı B seçeneğidir. Verilen şekle istenilen bakış açısıyla bakıldığında altta 3 küp sıralanmaktadır, sağda ve solda üst üste ikişer küp bulunmaktadır.

Aşağıdaki soruları örnekteki gibi çözünüz ve çizginin altındaki seçeneklerden hangisinin yukarıdaki şeklin bakış açısına bağlı olarak görünümü olduğunu bulunuz.

1.





(A)



(B)

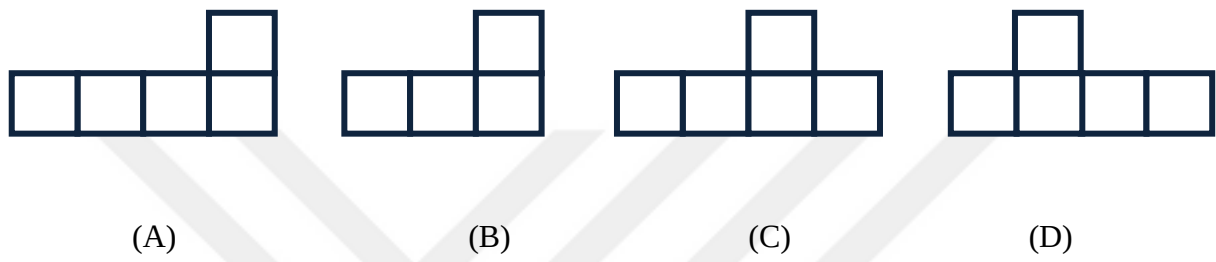
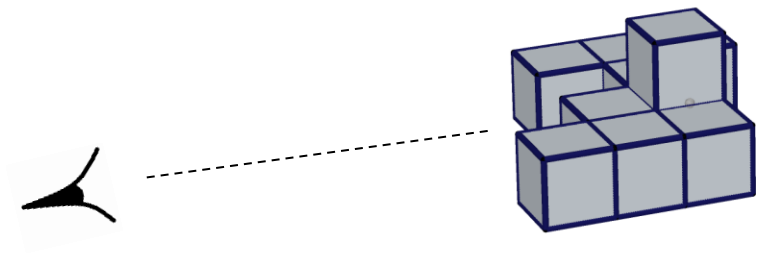


(C)

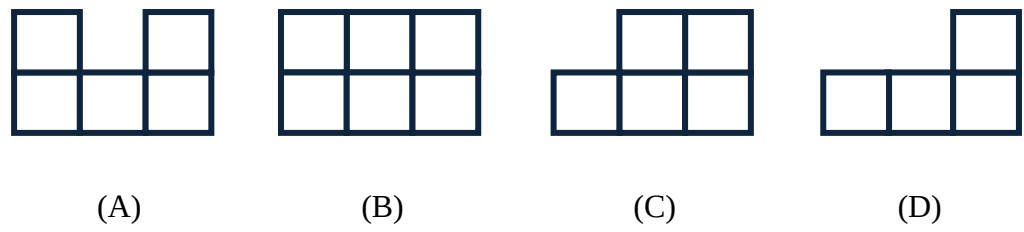
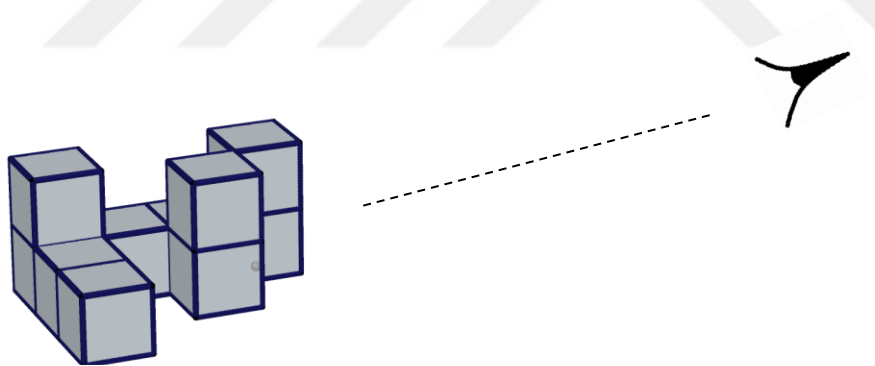


(D)

2.



3.



6. Bölüm

Bu bölümde çeşitli nesneler ve açınımlarını gösteren şekiller bulunmaktadır. Çizginin altındaki şekillerden üç tanesinin katlanmasıyla verilen şekil elde edilmektedir. Diğer şekil ile ise farklı bir şekil elde edilmektedir.

Örnek: Aşağıdaki soruda seçeneklerden hangisinin katlanmasıyla çizginin üzerindeki şeklin oluşturulamayacağını bulunuz.

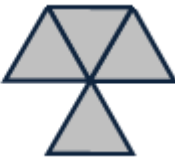




(A)



(B)



(C)

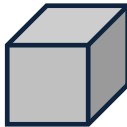


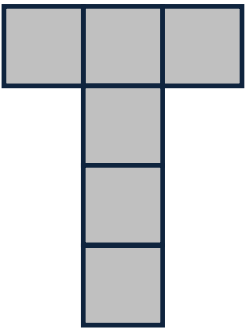
(D)

A, B ve D seçeneklerinin katlanması ile çizginin üstündeki şekil oluşurken, C seçeneğinin katlanması ile oluşmamaktadır.

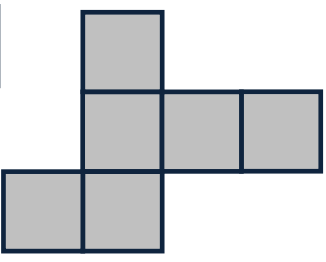
Aşağıdaki soruları örnekteki gibi çözünüz ve seçeneklerden hangisinin katlanmasıyla çizginin üzerinde bulunan şeklin elde edilemeyeceğini işaretleyiniz.

1.

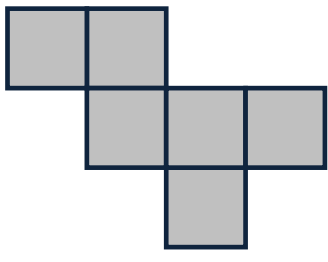




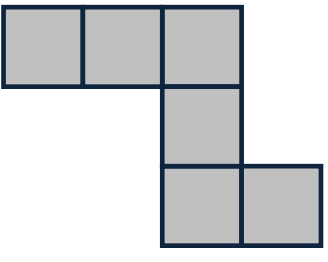
(A)



(B)



(C)

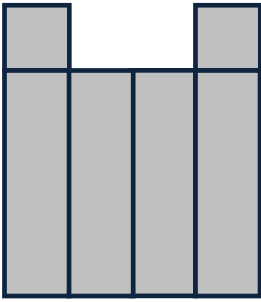


(D)

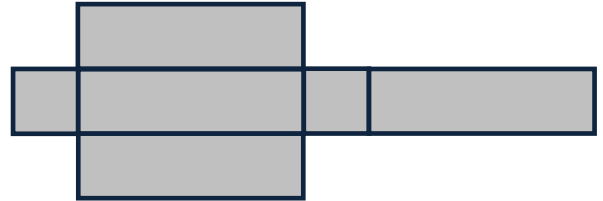
2.



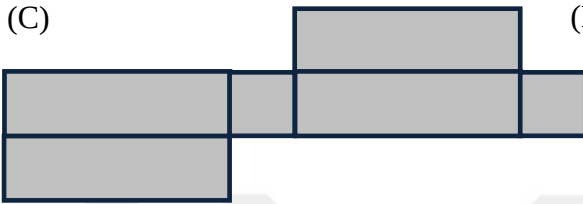
(A)



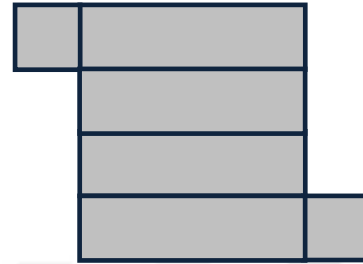
(B)



(C)



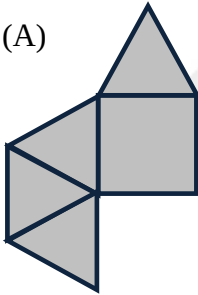
(D)



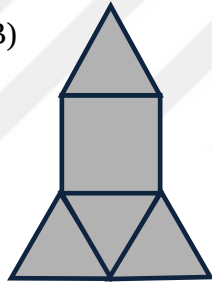
3.



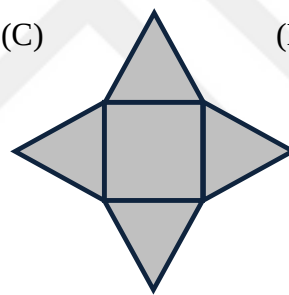
(A)



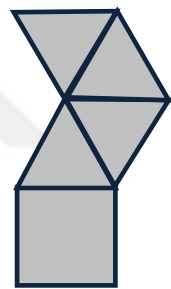
(B)



(C)



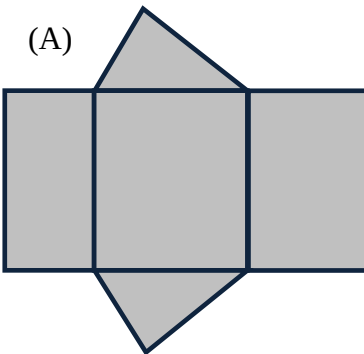
(D)



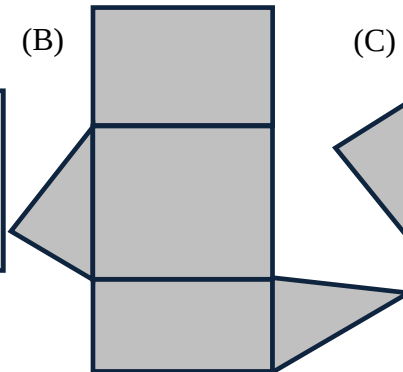
4.



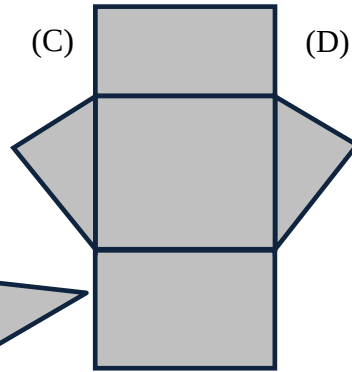
(A)



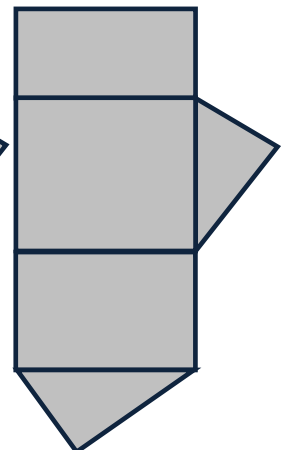
(B)



(C)



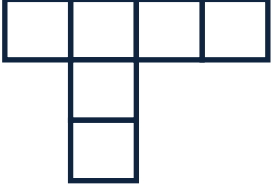
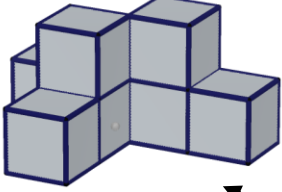
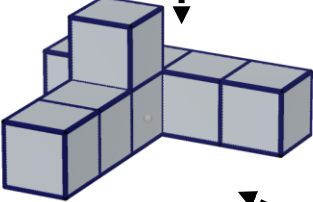
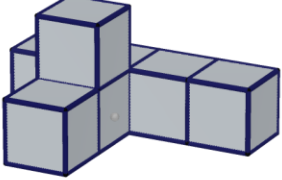
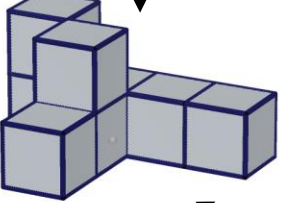
(D)



7. Bölüm

Bu bölümdeki sorularda çizginin üzerinde bir şeklin önden, yandan ve üstten görünümü ile çizginin altındaki seçeneklerden birinde şeklin kendisi verilmektedir. Üç farklı yönden görünümünü dikkate alarak şekli bulunuz.

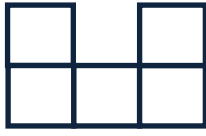
Örnek: Aşağıdaki soruda önden, yandan ve üstten görünümleri verilen yapıyı bulunuz.

Önden	Yandan	Üstten	
			
(A) Üstten ↓ Önden ↗  ↘ Yandan	(B) Üstten ↓ Önden ↗  ↘ Yandan	(C) Üstten ↓ Önden ↗  ↘ Yandan	(D) Üstten ↓ Önden ↗  ↘ Yandan

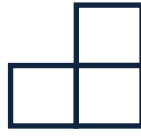
Önden, yandan ve üstten görünümü verilen şekil C seçeneğinde yer almaktadır.

1.

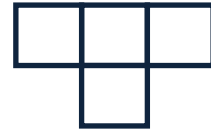
Önden



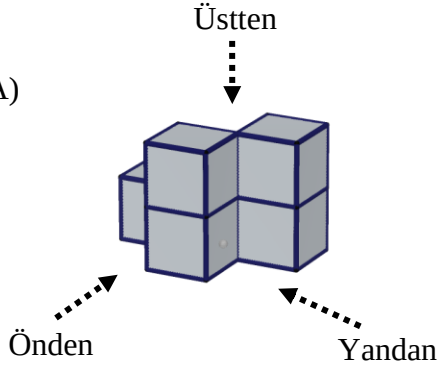
Yandan



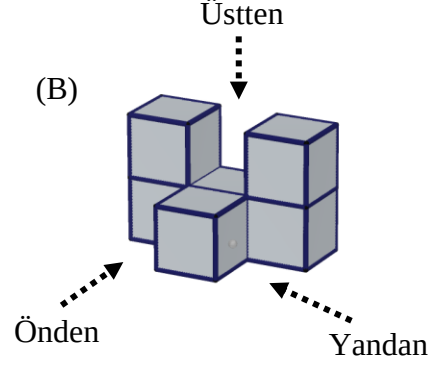
Üstten



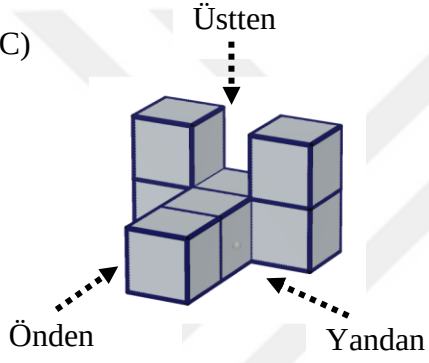
(A)



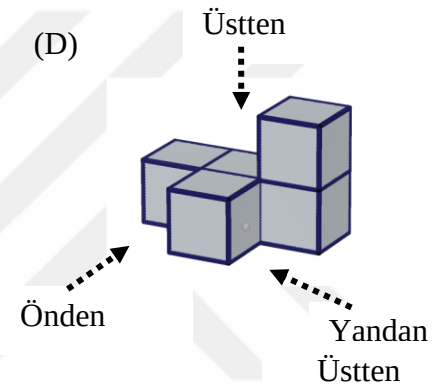
(B)



(C)



(D)

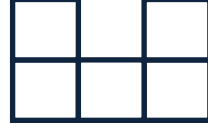


2.

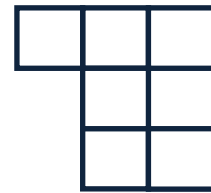
Önden



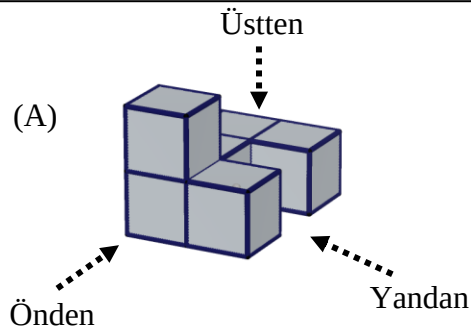
Yandan



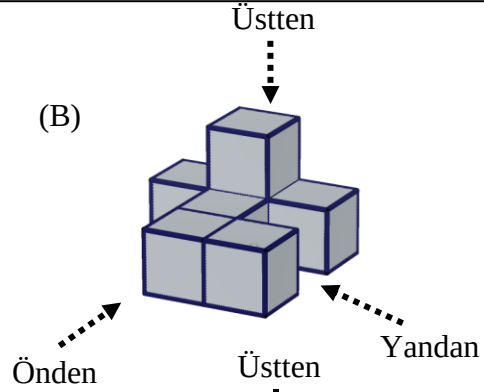
Üstten



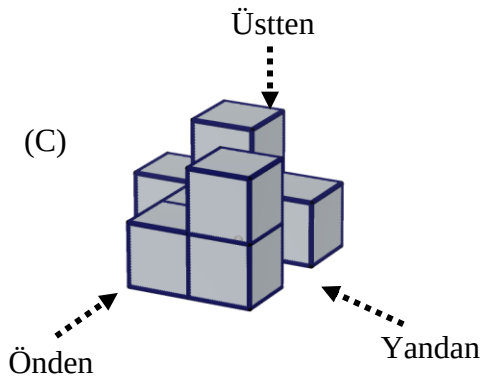
(A)



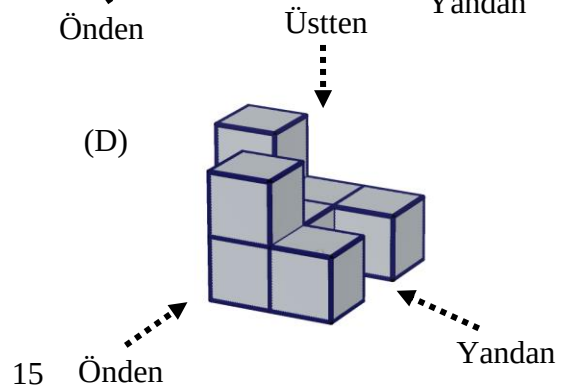
(B)



(C)



(D)



3.

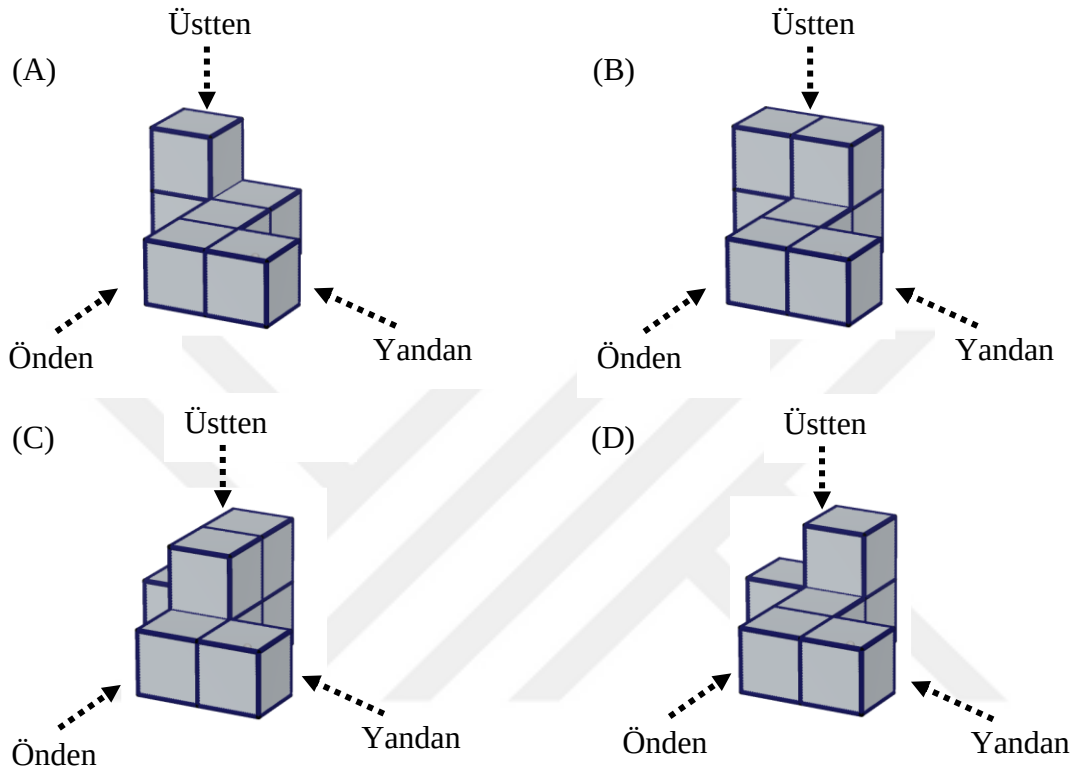
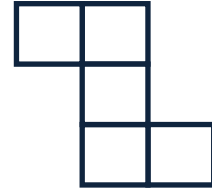
Önden



Yandan

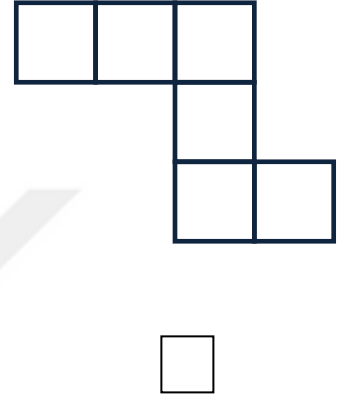
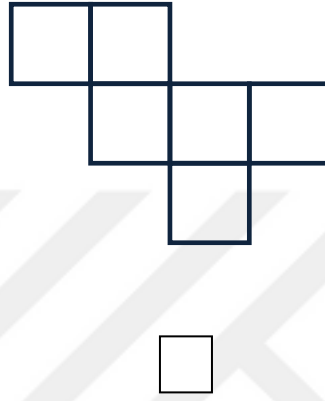
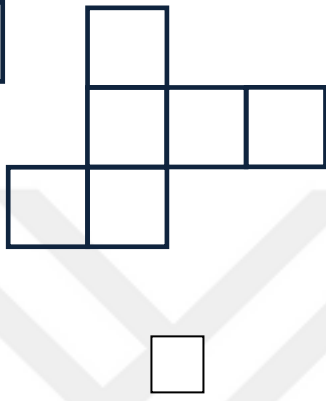
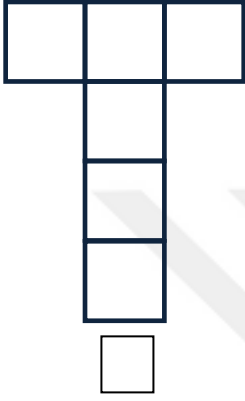


Üstten

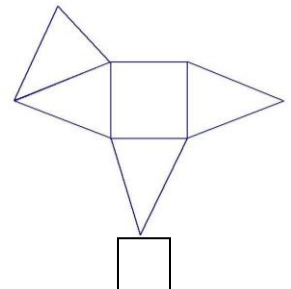
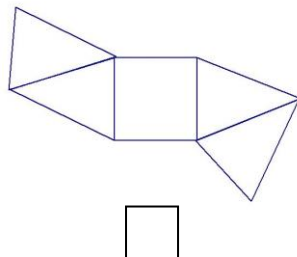
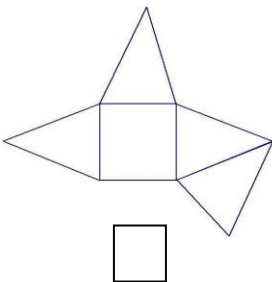
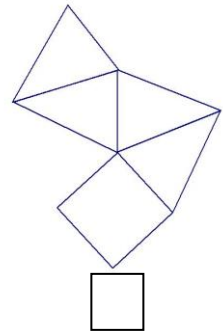
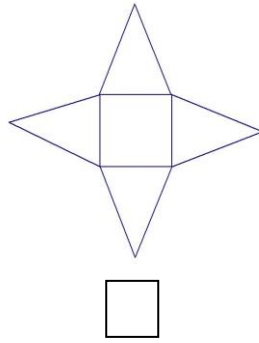
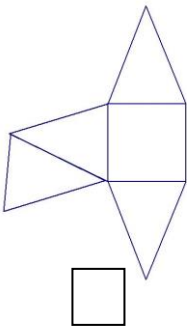
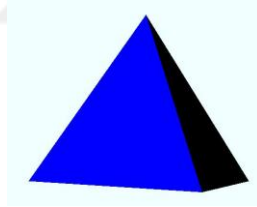


3 BOYUTLU GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİ

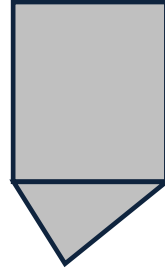
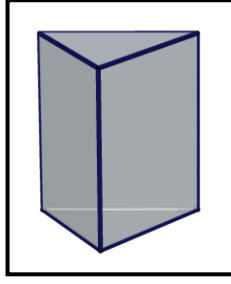
1. Çizginin altındaki açınımlardan hangilerinin katlanması ile çizginin üstündeki KÜP şeklinin elde edileceğini işaretleyiniz.



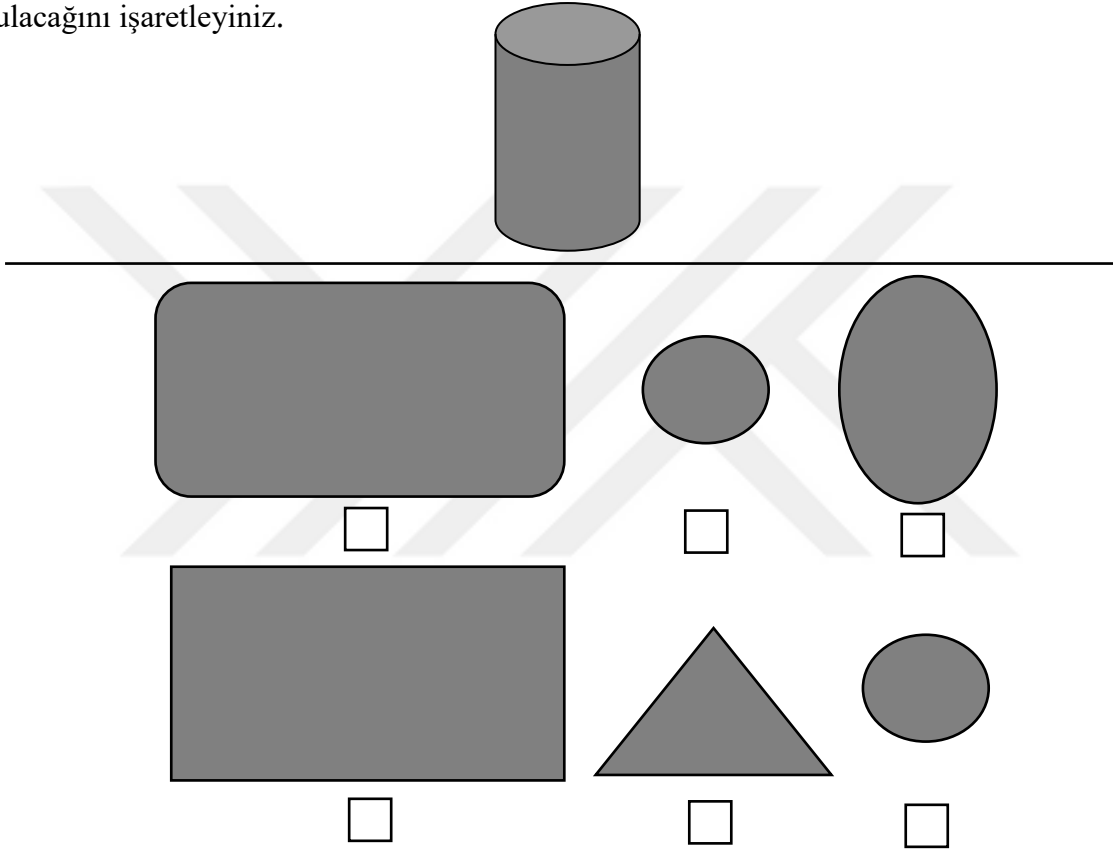
2. Çizginin altındaki açınımlardan hangilerinin katlanması ile çizginin üstündeki KARE PİRAMİT şeklinin elde edileceğini işaretleyiniz.



3. Aşağıda verilen üçgen prizmanın açılımı yapıldığında oluşan şekli tamamlayınız.



4. Aşağıdaki şekillerden hangilerinin birleştirilmesiyle çizginin üzerindeki SİLİNDİR şeklinin oluşturulacağını işaretleyiniz.



Aşağıda bir dikdörtgenler prizması verilmiştir. Dikdörtgenler prizmasının bazı kenarları birbirine paralel ve bazı kenarları birbirine diktir.

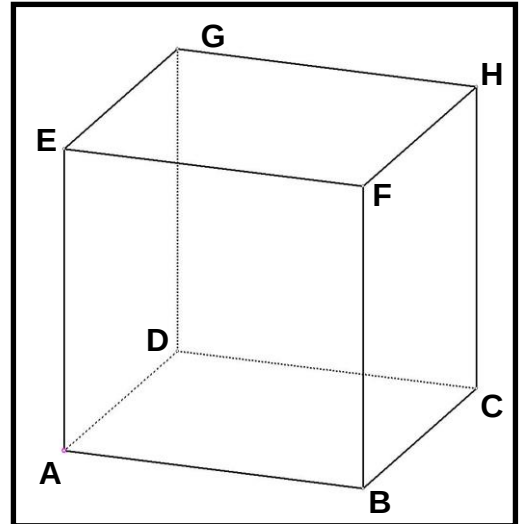
5. AE kenarı BF ile paraleldir. AB kenarına paralel olan 3 kenar yazınız.

.....

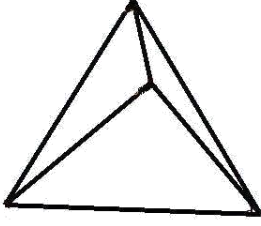
6. AB kenarı BF kenarına diktir. Birbirine dik olan 2 çift kenar yazınız.

a) ve

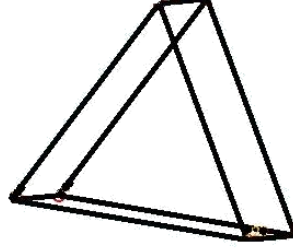
b) ve



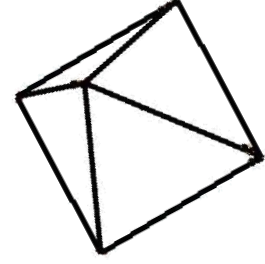
7. Aşağıda üç adet şekil verilmiştir. Prizma ya da piramit olarak verilen bu şekillerin üçgensel yüzeylerinin sayısını bulunuz.



Şekil 1



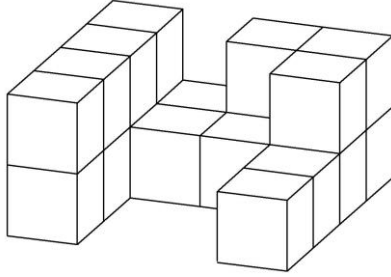
Şekil 2



Şekil 3

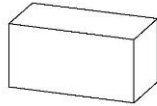
	Şekil 1	Şekil 2	Şekil 3
Üçgensel yüzey sayısı			

8. Aşağıdaki yapı boyutları 1 cm x 1 cm x 1 cm olan 19 adet küpten elde edilmiştir. 4 cm x 2 cm x 4 cm ölçülerinde bir prizma inşa etmek için kaç küp daha eklenmelidir?

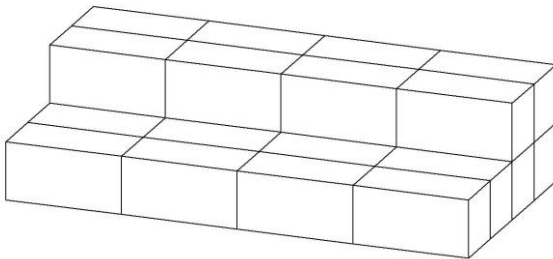


Cevap: küp

9. Aşağıdaki tuğlanın boyutları 10 cm x 10 cm x 20 cm'dir. Bu tuğlalar çeşitli yapıları oluşturmak için kullanılmaktadır.

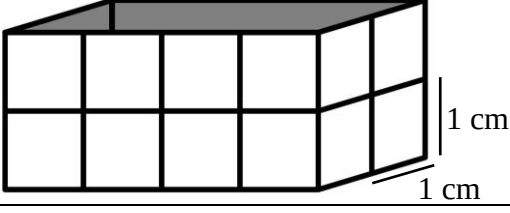
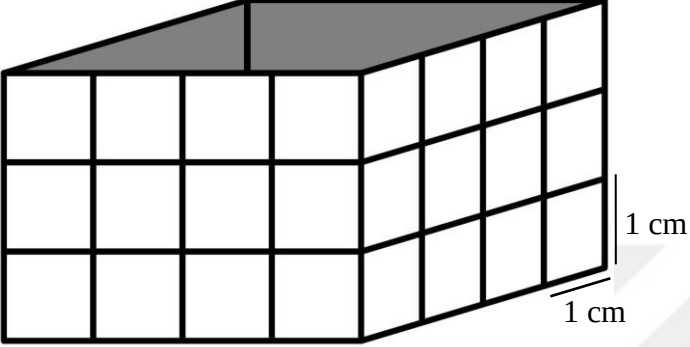


Aşağıda gösterilen merdiven inşa etmek için kaç tuğla kullanılmıştır?

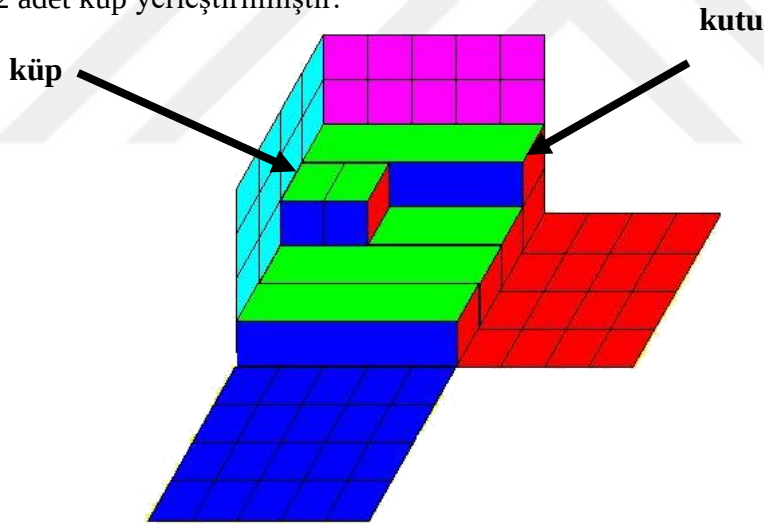


Cevap: tuğla

10. Aşağıda altı kapalı üstü açık kutular vardır. Her bir kutuyu doldurmak için kaç küpe ihtiyaç olduğunu bulunuz (Küplerin boyutları 1 cm x 1 cm x 1 cm şeklindedir).

Kutular	Küp sayısı
	
	

Aşağıdaki dikdörtgenler prizması şeklindeki renkli yapının içine 5 adet dikdörtgenler prizması şeklinde kutu ve 2 adet küp yerleştirilmiştir.



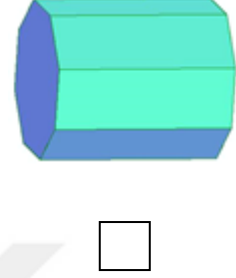
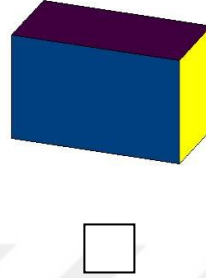
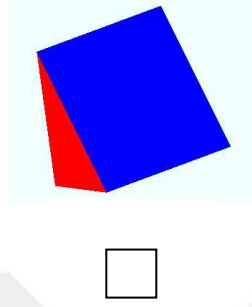
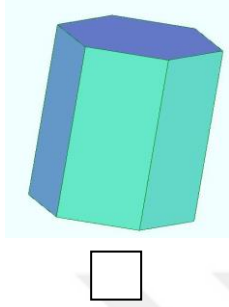
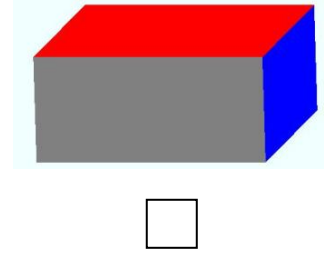
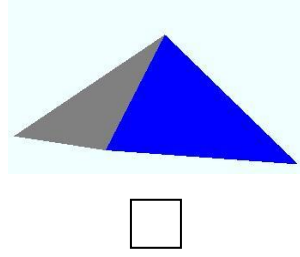
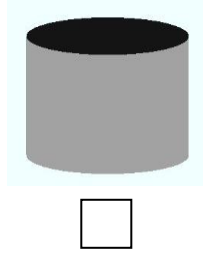
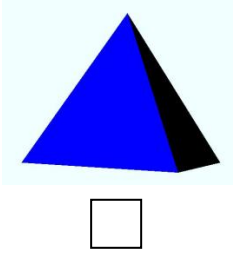
11. Dikdörtgenler prizmasını tamamen doldurmak için yapının içine ilave olarak konulacak küp ve kutu sayısı aşağıdaki seçeneklerden hangisi olabilir?

(a) 9 kutu ve 3 küp	(b) 2 kutu ve 52 küp
(c) 13 küp ve 10 kutu	(d) 6 kutu ve 23 küp
(e) 4 kutu ve 37 küp	

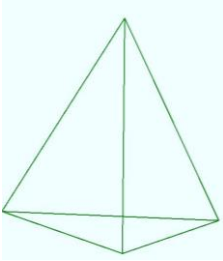
12. Dikdörtgenler prizması tamamen boşaltılıp yalnızca küpler ile doldurulursa, tamamen doldurmak için kaç küp gerekir?

Cevap: küp

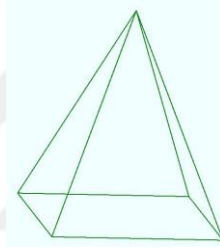
13. Aşağıda verilen şekillerden en az 8 köşesi bulunanları işaretleyiniz.



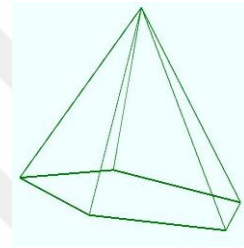
14. Aşağıda verilen piramitlerin özelliklerini belirten tabloyu doldurunuz.



Piramit 1



Piramit 2



Piramit 3

	Taban şekli	Köşe sayısı	Yüzey sayısı	Kenar (Ayrıt) sayısı	Köşe sayısı + Yüzey Sayısı
Piramit 1					
Piramit 2					
Piramit 3					

15. Yukarıdaki piramitlerde köşe sayısı ve yüzey sayısı arasındaki ilişki nedir?

.....

16. Yukarıdaki piramitlerin köşe, yüzey ve kenar sayıları arasındaki ilişki nedir?

.....

.....

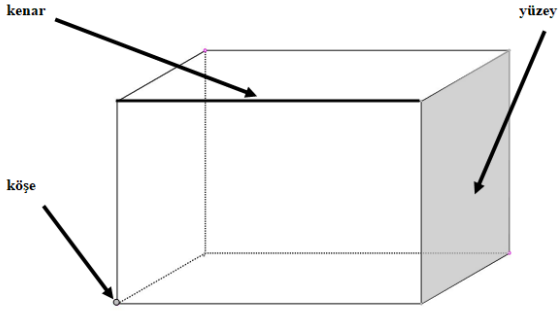
17. Sekizgen piramidin köşe, yüzey ve kenar sayılarını bulunuz.

Köşe sayısı :

Yüzey sayısı :

Kenar sayısı :

18. Aşağıdaki oklar dikdörtgenler prizmasının köşe, yüzey ve kenarlarını göstermektedir. Dikdörtgenler prizmasının köşe, yüzey ve kenar sayılarını bulunuz.



Köşe sayısı :.....

Yüzey sayısı :.....

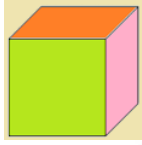
Kenar sayısı :.....

19. Yukarıda piramitlerin köşe, yüzey ve kenar sayıları için elde edilen ilişki dikdörtgenler prizması için de geçerli midir? Açıklayınız.

.....

.....

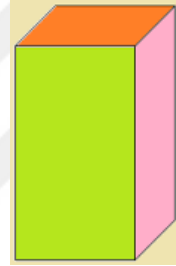
20. Aşağıda dört farklı 3 boyutlu şekil ve bu şekillerin özellikleri ile ilgili bir tablo verilmiştir.



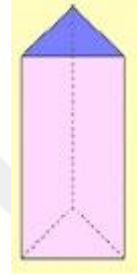
Küp



Dikdörtgenler prizması



Kare prizma

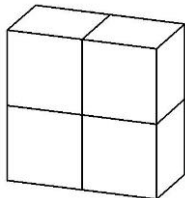


Üçgen prizma

Aşağıdaki ifadelerin yanına doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız. Yanlış ise neden yanlış olduğunu açıklayınız.

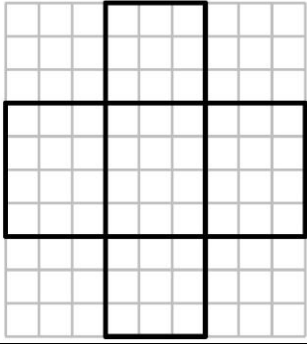
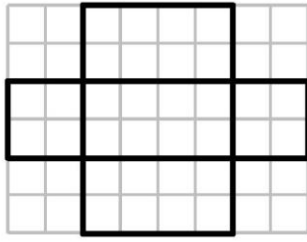
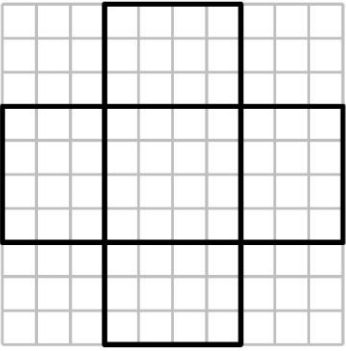
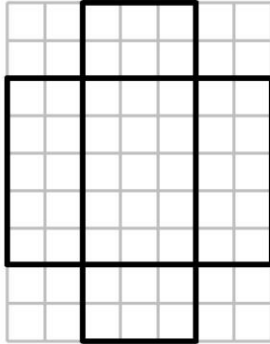
	İfade	D ya da Y	Açıklama
1	Küp bir kare prizmadır.		
2	Kare prizma bir dikdörtgenler prizması değildir.		
3	Tüm prizmalarda üçgen yüzey vardır.		
4	Tüm prizmaların ve küpün tabanları dikdörtgendir.		
5	Tüm prizmaların dikdörtgen yüzeyleri vardır.		

21. Aşağıdaki şekil boyutları 1 cm x 1 cm x 1 cm olan 4 adet küpten elde edilmiştir. Şeklin tamamını kaplamak için en az kaç santimetrekare kağıda ihtiyaç vardır?



Cevap: santimetrekare

Aşağıda açınımları verilen dört farklı kutu vardır (Kutuların üstü açıktır).

Açınım A	Açınım B
	
Açınım C	Açınım D
	

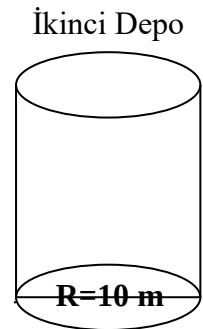
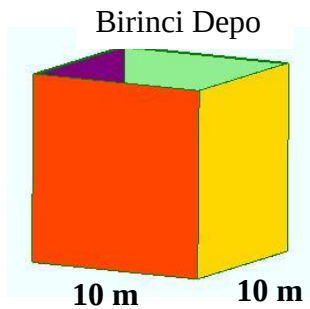
22. En büyük kapasiteli kutu hangisidir?

.....

23. Dış yüzeyi en büyük olan kutu hangisidir?

.....

24. Aşağıda iki su deposu verilmiştir. Her iki depo da aynı yüksekliğe sahiptir. Birinci depo su ile doludur. Birinci depodaki su ikinci depoya aktarılırsa ne olur? ($\pi=3$)



- İkinci depo taşmadan tamamen dolar.
- İkinci depo taşar.
- İkinci depo bir noktaya kadar su ile dolar.
- Ne olacağını bilemeyiz.

3 BOYUTLU GEOMETRİK DÜŞÜNME TESTİNDE YER ALAN GÖREVLERİN ALT BOYUTLARA GÖRE DAĞILIMI

ALT BOYUT	BECERİ	İSTENİLEN GÖREV
3 boyutlu nesnelerin gösterimleri	3 boyutlu nesnelerin açınımlarını tanıma ve oluşturma	1. Küp açınımlarını tanıma 2. Kare piramit açınımlarını tanıma 3. Üçgen prizma açınımlarını oluşturma 4. Silindir açınımlarını oluşturma
	3 boyutlu nesnelerin farklı gösterimlerini birbirine dönüştürme	5&6.İzometrik görünümü verilen bir dikdörtgenler prizmasının dik ve paralel kenarlarını tanıma 7.Prizma ya da piramit olarak verilen şekillerin üçgensel yüzeylerinin sayısını bulma
Uzamsal yapılanma	Küplerin 3 boyutlu dizilimlerini oluşturma	8. Küplerden oluşan bir yapının dikdörtgenler prizması oluşturması için gereken küp sayısını bulma 9. Farklı bir yapıyı oluşturacak dikdörtgenler prizması şeklindeki yapının sayısını bulma 10. Boş bir kutuyu dolduracak küp sayısını bulma 11&12. Boş olmayan bir kutuyu dolduracak küp ve dikdörtgenler prizması sayısı şeklindeki kutu sayısını bulma

3 boyutlu nesnelerin özelliklerinin kavramsallaştırılması	3 boyutlu nesnelerin özelliklerini tanıma	13. Köşe sayısı bilinen 3 boyutlu şekilleri tanıma 14. Piramitlerin köşe/yüzey/kenar sayılarını bulma 18. Dikdörtgenler prizmasının köşe/yüzey/kenar sayılarını bulma
	3 boyutlu nesnelerin özelliklerini karşılaştırma	15&16&17. Piramitler için Euler kuralını keşfetme 19. Euler kuralını prizmalar için genişletme 20. Küp ve prizmaların özelliklerini doğru/yanlış soruları ile karşılaştırma
Ölçme	3 boyutlu nesnelerin hacimlerini ve yüzey alanlarını hesaplama	21. Birim küplerden oluşan bir yapının yüzey alanını hesaplama 22&23. Açık halleri verilen yapıların yüzey alanlarını ve hacimlerini hesaplama 24. Dikdörtgenler prizması ve silindir şeklindeki su depolarının kapasitelerini karşılaştırma

ÇALIŞMA TAKVİMİ

Tarih	Grup	Gerçekleştirilen Uygulama	Kullanılan ölçme araçları
26.02.2016	Deney grubu	Etkinlikler ile ilgili ön bilgilendirmenin yapılması	-
04.03.2016	Deney ve kontrol grubu	Uzamsal yetenek ön testinin uygulanması	UYT
11.03.2016	Deney ve kontrol grubu	Matematik öğrenme yaklaşımları ve 3 boyutlu geometrik düşünme ön testlerinin uygulanması	MÖYÖ 3BGDT
17.03.2016	Kontrol grubu	Birinci etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
18.03.2016	Deney grubu	(Birinci etkinlik) Matematik küpleri ile geometrik cisimler tasarlıyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
24.03.2016	Kontrol grubu	İkinci etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
25.03.2016	Deney grubu	(İkinci etkinlik) Hediye paketi kaplama etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
31.03.2016	Kontrol grubu	Üçüncü etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
01.04.2016	Deney grubu	(Üçüncü etkinlik) Çevremizdeki üç boyutlular etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
07.04.2016	Kontrol grubu	Dördüncü etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-

08.04.2016	Deney grubu	(Dördüncü etkinlik) İzometrik çizimleri keşfediyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
14.04.2016	Kontrol grubu	Beşinci etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
15.04.2016	Deney grubu	(Beşinci etkinlik) Geometrik açınımlar etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
23 Nisan dolayısıyla bu hafta ders yapılmadı			
28.04.2016	Kontrol grubu	Altıncı etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
29.04.2016	Deney grubu	(Altıncı etkinlik) Şekilleri döndürelim-öteleyelim etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
05.05.2016	Kontrol grubu	Yedinci etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
06.05.2016	Deney Grubu	(Yedinci etkinlik) Kendi yazdığım kodlama programı ile yön tarif ediyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
12.05.2016	Kontrol grubu	Sekizinci etkinlikte belirlenen kazanımlara yönelik düz anlatım ve soru-cevap yöntemi ile dersin işlenmesi	-
13.05.2016	Deney Grubu	(Sekizinci etkinlik) Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor etkinliğinin gerçekleştirilmesi	Etkinliğe ait çalışma yaprağı
20.05.2016	Deney ve kontrol grubu	Uzamsal yetenek ve 3 boyutlu geometrik düşünme son testlerinin uygulanması	UYT 3BGDT

Geliştirilen Etkinliklerin İlişkili Olduğu Kazanımlar

Modül	Geliştirilen etkinlik	Matematik dersinde ilişkili olduğu kazanımlar
1. modül: Somut materyal destekli matematik uygulamaları	(Birinci etkinlik) Matematik küpleri ile geometrik cisimler tasarlıyorum	· Dikdörtgenler prizmasını tanıır ve temel özelliklerini belirler. (Kare prizma ve küp, dikdörtgenler prizmasının özel durumları olarak ele alınır.) · Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar; verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar. · Verilen bir hacme sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturur; hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar. · Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
	(İkinci etkinlik) Hediye paketi kaplama	· Dikdörtgenler prizmasını tanıır ve temel özelliklerini belirler. · Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplar. · Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
	(Üçüncü etkinlik) Çevremizdeki üç boyutlular	· Dik prizmaları tanıır ve temel özelliklerini elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer. · Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer. · Dik piramidi tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer. · Dik koniyi tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer.

Modül	Geliştirilen etkinlik	Matematik dersinde ilişkili olduğu kazanımlar
2. modül: Bilgisayar destekli matematik uygulamaları	(Dördüncü etkinlik) İzometrik çizimleri keşfediyorum	- Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümlerini çizer. - Farklı yönlerden görünümlerine ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.
	(Beşinci etkinlik) Geometrik açınımlar	- Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizer ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar verir. - Dik prizmaları tanır ve temel özelliklerini elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer. - Dik piramidi tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.
	(Altıncı etkinlik) Şekilleri döndürelim-öteleyelim	- Yansımada şekil ile görüntüsü üzerinde birbirlerine karşılık gelen noktaların simetri doğrusuna olan uzaklıklarının eşit ve şekil ile görüntüsünün eş olduğunu keşfeder. - Düzlemsel bir şeklin ardışık ötelemeler ve yansımalar sonucunda ortaya çıkan görüntüsünü oluşturur. - Koordinat sisteminde bir çokgenin öteleme, eksenlerinden birine göre yansıma, herhangi bir doğru boyunca öteleme ve orijin etrafında dönme altındaki görüntülerini belirleyerek çizer. - Şekillerin en çok iki ardışık öteleme, yansıma veya dönme sonucunda ortaya çıkan görüntülerini oluşturur.

Modül	Geliştirilen etkinlik	Matematik dersinde ilişkili olduğu kazanımlar
3.modül: Serbest matematik uygulamaları	(Yedinci etkinlik) Kendi yazdığım kodlama programı ile yön tarif ediyorum	Kareli veya noktalı kâğıt üzerinde bir noktanın diğer bir noktaya göre konumunu yön ve birim kullanarak ifade eder.
	(Sekizinci etkinlik) Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor	- Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplar. - Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. - Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. - Dik dairesel silindirin hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.





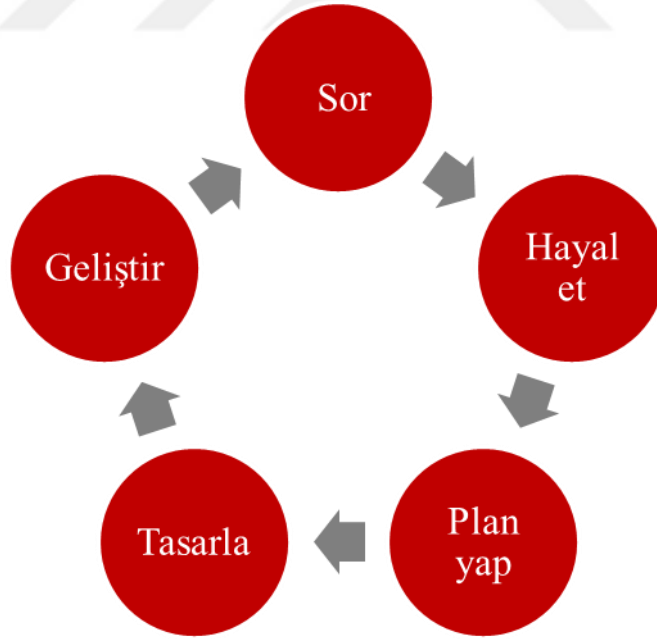
Ortaokul Öğrencileri

için

TASARIM TEMELLİ

MATEMATİK

Etkinlikleri



Ad Soyad:.....

Burada sunulan tüm etkinlik yönergeleri ve çalışma yaprakları, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Matematik Öğretmenliği doktora programı öğrencisi Sevda Göktepe Yıldız tarafından Prof. Dr. Ahmet Şükrü Özdemir danışmanlığında geliştirilmiştir. Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından EGT-C-DRP-091215-0543 proje numarası ile desteklenmektedir.

Ortaokul öğrencileri için mühendislik tasarım etkinlikleri ile ilgili daha fazla bilgi almak için

İletişim:

Sevda Göktepe Yıldız, goktepe@yildiz.edu.tr, Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Oda No: A-219 Davutpaşa Kampüsü Esenler/İSTANBUL



İÇİNDEKİLER

Matematik küpleri ile geometrik cisimler tasarlıyorum etkinliği	1
Hediye paketi kaplama etkinliği.....	3
Çevremizdeki üç boyutlular etkinliği.....	5
İzometrik çizimleri keşfediyorum etkinliği.....	8
Geometrik açınımlar etkinliği.....	10
Şekilleri döndürelim-öteleyelim etkinliği.....	12
Kendi yazdığım kodlama programı ile yön tarif ediyorum etkinliği.....	15
Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor etkinliği.....	18
Matematik küpleri ile geometrik cisimler tasarlıyorum etkinliği çalışma yaprağı.....	22
Hediye paketi kaplama etkinliği çalışma yaprağı	23
Çevremizdeki üç boyutlular etkinliği çalışma yaprağı.....	24
İzometrik çizimleri keşfediyorum etkinliği çalışma yaprağı	27
Geometrik açınımlar etkinliği çalışma yaprağı.....	30
Şekilleri döndürelim-öteleyelim etkinliği çalışma yaprağı.....	33
Kendi yazdığım kodlama programı ile yön tarif ediyorum etkinliği çalışma yaprağı.....	35
Yemek şirketinde çalışacak mühendisler aranıyor etkinliği çalışma yaprağı.....	37
Kaynakça.....	39

MATEMATİK KÜPLERİ İLE GEOMETRİK NESNELER TASARLIYORUM



Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin çeşitli geometrik cisimleri (küp, kare prizma, dikdörtgenler prizması) tanımaları ve temel özelliklerini belirlemeleri, hacim hesabı yapmaları, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini ve uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, hacmin taban alanı ile yükseklik arasındaki ilişki olduğunu keşfetmeleri amaçlanmaktadır.

İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Görselleştirme

Matematiksel Kazanımlar

- Dikdörtgenler prizmasını tanırlar ve temel özelliklerini belirler. (Kare prizma ve küp, dikdörtgenler prizmasının özel durumları olarak ele alınır.)
- Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar; verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar.
- Verilen bir hacme sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturur; hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar.
- Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.

Katılımcılar: 6. sınıf ve üzeri seviyede istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: Matematik küpleri, çalışma yaprağı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Sınıf 4'er kişiden oluşan gruplara ayrılır. Her bir gruba yeterli sayıda matematik küpleri verilir. Çalışma yaprağı bireysel olarak dağıtılır. Etkinlikteki tüm görevlerde öğrencilerden

grup çalışması yapmaları istenir. Etkinliğin sonunda grubun sözcüsü yaptıklarını göstererek açıklar. Etkinlikte araştırmacılar tarafından temin edilen çok amaçlı matematik küpleri kullanılmaktadır. Her bir grup için eşit sayıda küpler verilir ve verilen birim küpler ile öğrenciler çok çeşitli ve farklı sayıda şekil yapma imkânına sahiptir.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasında öğrencilere çalışma yaprağının üzerinde bir not verilmiştir. Bu notta öğrencilerden mühendis gibi düşünüp çalışma yaprağındaki adımları izleyerek kendi geometrik nesnelerini matematik küpleri ile tasarlamaları istenmektedir. Bu aşamada öğretmen tarafından öğrencilere ön bilgilendirme yapılmaktadır.

Matematik Küpleri ile Geometrik Cisimler Tasarlıyorum etkinliği ile küp, kare prizma ve dikdörtgenler prizması arasındaki ilişkiler kavratılmaya çalışılır. Örneğin küpün ve kare prizmanın dikdörtgenler prizmasının özel bir hali olduğu vurgulanır. Ayrıca bu geometrik şekillerin hacimleri aracılığıyla hacim kavramı anlatılır. Etkinlik öğrencilerin cisimlerin hacimlerini bulma sırasında kullandıkları yöntemleri (formül kullanma, birim küpleri sayma vs.) ve düşünme yollarını öğrenme imkânı vermektedir. Ayrıca farklı kenar uzunluklarına sahip iki farklı yapı verilerek onların matematik küpleri ile oluşturulması ve dikdörtgenler prizması şekline tamamlanması istenmektedir.

Olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden tamamladıkları şekillerden birini bozmaları ve elde ettikleri birim küpler ile farklı geometrik nesneler oluşturmaları istenir. Tasarlayacakları geometrik şekil ellerindeki küpler ile elde edilebilecek en büyük hacimli şekil olmalıdır. Dolayısıyla öğrenciler bu etkinlik için verilen kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Öğrenciler bu aşamada küp, dikdörtgenler prizması ve kare prizmadan farklı şekiller de elde edilebileceğinden öğrencilerin yaratıcılıklarına bağlı olarak farklı nesneler tasarlayacaklardır. Grupta yer alan tüm öğrenciler bireysel olarak çözüm önerilerini oluşturur ve çalışma yaprağına çizerler.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında grup üyeleri elde ettikleri şekillerin hacimlerini verilen tablo aracılığıyla kıyaslarlar. Çözüm önerilerine ait geometrik nesnelere ait prototipleri çalışma yapraklarına çizerek açıklarlar. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında tüm çözüm önerilerini değerlendirerek ortak bir karar verirler.

İletişim aşamasında grup sözcüsü hazırladıkları prototiplerini tüm sınıfa sunar. Öğretmen ve diğer öğrenciler çeşitli sorular sorarak grubun tasarımını değerlendirir.

HEDİYE PAKETİ KAPLAMA



Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin dikdörtgenler prizması ve silindiri tanımları ve temel özelliklerini belirlemeleri, yüzey alanı hesabı yapmaları, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini ve uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, dikdörtgenler prizması ve silindirin yüzey alanlarını karşılaştırmaları amaçlanmaktadır.

İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Görselleştirme

Matematiksel Kazanımlar

- Dikdörtgenler prizmasını tanırlar ve temel özelliklerini belirler.
- Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplar.
- Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.

Katılımcılar: 8. sınıf düzeyinde istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: İlaç kutusu, ambalaj kağıdı, pet bardak, pet şişe, koli, makas, bant, çalışma yaprağı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Hediye paketi kaplama etkinliği araştırmanın somut materyal destekli matematik uygulamaları modülü içerisinde yer almaktadır. Bu etkinlikte sınıf dörder kişiden oluşan gruplara ayrılır. Etkinlikteki tüm görevlerde öğrencilerden grup çalışması yapmaları istenir. Etkinlik başlamadan önce her bir öğrenciye çalışma yaprağı; tüm gruplara ilaç kutusu, ambalaj kağıtları, pet bardak, pet şişe ve koli dağıtılır. Bu malzemelerin içerisine sığacak büyüklükte hediyeler vardır.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasına uygun olarak öğrencilere tasarım etkinliğinin başında bir senaryo verilir. Bu senaryo doğum günü için alınan hediye için en uygun hediye paketi ile kaplanması ile ilgilidir. Öğrenciler doğum gününde aldıkları hediye için bir hediye paketi hazırlayacaklardır. Ancak

hediye paketinin bazı özelliklere sahip olması istenmektedir. Bu özellikler aynı zamanda etkinlik için belirlenen kriterler ve kısıtlamalardır.

1. En uygun fiyatlı olmalıdır.
2. Hediyein tümünü kaplayacak şekilde en az miktarda kağıt kullanılmalıdır.
3. Kutular ya da pet şişeler gerekli görülürse kesilebilir.
4. Görsel olarak düzgün ve güzel olmalıdır.

Çalışma yaprağının üzerinde çeşitli kağıtların 1 metresinin fiyatı verilmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinin olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilere nasıl bir hediye paketi önerdikleri sorulur. Öğrenciler yukarıdaki kriter ve kısıtlamaları kullanarak en uygun fiyatlı hediye paketini bulmaya çalışacaktır. Etkinlik ile ayrıca öğrencilerin dikdörtgenler prizması ve silindirin açınımını kullanmaları ve bu açınımdan yola çıkarak hediye paketinin yüzey alanını hesaplamaları istenmektedir. Dolayısıyla bu etkinlik yüzey alanı kavramının 3 boyutlu bir şeklin açınımı yapıldığında 2 boyutlu ölçülen değeri olduğunun fark edilmesi için yararlı olacaktır.

Öğrencilerin verilen nesnelerden (ilaç kutusu, pet bardak, pet şişe ve koli) hangisini hediye paketi olarak seçeceği ve hangi ambalaj kağıdını kullanacaklarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu aşamanın devamında öğrencilerden verilen tüm malzemeleri düşünerek, en uygun hediye paketi için çalışma yaprağında verilen tabloyu doldurmaları istenmektedir.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında öğrencilerin tabloda doldurdıkları değerleri incelemeleri ve karşılaştırmaları istenmektedir. Öğrencilerin tasarlanacak hediye kutusu silindir şeklinde mi yoksa prizma şeklinde mi olsa daha az kağıda ihtiyaç duyacaklarını hesaplamaları gerekmektedir. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında öğrencilerden sistematik bir şekilde oluşturulan tüm ihtimallerin değerlendirilerek arasından en optimal olanı seçmeleri beklenmektedir. Ayrıca bu aşamada, hediye paketleri için oluşturulabilecek alternatif başka bir yol olup olmadığı birlikte tartışılır ve gerekçeleri açıklanır. İletişim aşamasında öğrenciler seçtikleri yolu sınıfa gerekçeleri ile birlikte anlatırlar.

ÇEVREMİZDEKİ ÜÇ BOYUTLULAR

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin çevrelerinde sıklıkla karşılaştıkları çokyüzlülerin ve çokyüzlü olmayan nesnelerin temel özelliklerini belirlemeleri; mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri; matematiksel akıl yürütme becerilerini ve uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri; çokyüzlülerin köşe sayıları, kenar sayıları ve yüzey sayıları arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri amaçlanmaktadır.



İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Görselleştirme

Matematiksel Kazanımlar

- Dik prizmaları tanır ve temel özelliklerini elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.
- Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.
- Dik piramidi tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.
- Dik koniyi tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.

Katılımcılar: 8. sınıf düzeyinde istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: Oyun hamuru, çubuklar, matematik küpleri, çalışma yaprağı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Derse başlangıç aşamasında öğretmen öğrencilerden çevrelerinde gördükleri 3 boyutlu nesnelerden örnekler vermelerini ister. Öğrencilerin cevapları doğrultusunda elde edilen çeşitli 3 boyutlu nesneler tahtaya yazılır. Küp, kare prizma, üçgen piramit, silindir, koni vs. gibi nesneler listelenir.

Öğretmen çokyüzlü bazı nesneler (ör. küp, dikdörtgenler prizması, kare veya üçgen piramit) ile çokyüzlü olmayan bazı nesneleri (ör. silindir, koni, küre) gruplandırarak tahtada farklı

yerlere yazar. Öğrencilerden bu şekilleri ellerindeki materyalleri kullanarak oluşturmalarını ister.

Üçgen prizma, dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küp geometrik şekilleri öğrenciler tarafından matematik küpleriyle veya oyun hamuru ve çubuklar ile inşa edilir. Daha sonra bu şekillere ait özelliklerin sınıflandırıldığı tablo öğrenciler tarafından doldurulur. Bu şekilde öğrencilerin geometrik nesnelerin taban şeklinin kenar sayısı ile nesnelerin köşe sayıları, kenar sayıları ve yüzey sayıları arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri amaçlanmaktadır.

Üçgen ve kare piramit gibi piramit şekilleri çubuklar ve oyun hamurları kullanılarak oluşturulur. Benzer şekilde bu şekillere ait özelliklerin (taban şekli, diğer yüzeylerinin şekli, köşe sayısı, kenar sayısı, yüzey sayısı) verilen tabloda doldurulması istenir. Öğrencilerden nesnelerin taban şeklinin kenar sayısı ile nesnelerin köşe sayıları, kenar sayıları ve yüzey sayıları arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri istenir.

Dik dairesel silindire ve dik koninin ellerindeki materyaller ile oluşturulması istenir. Özellikleri ile ilgili bilgileri verilen tabloda doldurmaları istenir. Yukarıdaki 3 boyutlu nesnelerden farklı olarak verilen geometrik şekillerin köşe sayıları ve kenar sayıları yoktur. Ayrıca dik silindirin yüzey sayısı 3, dik koninin yüzey sayısı 2'dir. Öğrencilerin bu durumu fark etmeleri amaçlanmaktadır.

Yukarıdaki etkinlikler gerçekleştirildikten sonra öğrenciler gruplara ayrılır. Öğrencilerden bir kitaplarını destekleyecek 3 boyutlu nesneler inşa etmeleri istenir. Bu nesneler 3 farklı şekilde oluşturulabilir. Tasarlanacak nesnelerin şu özellikleri taşıması gerekmektedir:

1. alternatif: Köşe sayısı taban şeklinin kenar sayısının 2 katı olmak üzere, köşe sayısı 8, yüzey sayısı 6 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.
- 2.alternatif: Köşe sayısı taban şeklinin kenar sayısının 1 fazlası olmak üzere, kenar sayısı 8 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.
- 3.alternatif: Köşesi bulunmayan ve yüzey sayısı 2 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasında öğretmen yukarıdaki durumu senaryolaştırarak sunar. Öğrencilerin yukarıda verilen durumu anlamaları gerekmektedir. Öğrencilerden bu etkinlik içerisinde öğrendikleri önceki bilgileri kullanarak alternatiflerden her birini anlamaları bu alternatifleri oluşturarak bir kitabı destekleme durumlarını değerlendirmeleri istenmektedir.

Olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden oluşturdukları nesnelerin alternatifler için belirlenen özellikleri taşıyıp taşımadıklarını değerlendirmeleri istenir. Dolayısıyla öğrencilerin bu etkinlik için alternatif özelliklerinde verilen kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Grupta yer alan tüm öğrenciler öncelikle bireysel olarak çözüm önerilerini oluştururlar.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında grup üyeleri elde ettikleri şekilleri birbirleriyle kıyaslarlar. Çözüm önerilerine ait geometrik nesnelere ait prototipleri çalışma yapraklarına çizerek açıklarlar. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında tüm çözüm önerilerini değerlendirerek ortak bir karar verirler. Bu alternatifler arasında en uygun olan kitap destekleyicisinin ne olduğuna karar verirler. İletişim aşamasında grup sözcüsü hazırladıkları prototiplerini tüm sınıfa sunar. Öğretmen ve diğer öğrenciler çeşitli sorular sorarak grubun tasarımını değerlendirirler.

İZOMETRİK ÇİZİMLERİ KEŞFEDİYORUM

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin 2 boyutta farklı yönlerden görünümleri verilen nesnelerin 3 boyutlu hallerini çizmeleri, 3 boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümlerini çizmeleri, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini ve uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, şekillerin farklı yönlerden görünümleri arasındaki ilişkileri keşfetmeleri, teknolojiyi kullanmaları amaçlanmaktadır.



İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik, Teknoloji

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Yönelim

Matematiksel Kazanımlar

- Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümlerini çizer.
- Farklı yönlerden görünümlerine ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.

Katılımcılar: 6. sınıf ve üzeri seviyede istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: İnternete bağlı bilgisayar, projeksiyon aleti, izometrik çizim programı, çalışma kâğıdı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Etkinlik öncelikle bireysel olarak gerçekleştirilecektir. İnternete bağlı bilgisayarlar aracılığıyla izometrik çizim programı kullanılacaktır. <http://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=4182> adresinden programa ulaşılmaktadır. Araştırmacı bu aşamada öğrencilere programı tanıttak ve kullanımı ile ilgili öğrencilere bilgi verecektir. Programın dili İngilizce olduğundan yer alan ifadelerin Türkçesi çalışma yaprağının üst kısmında öğrencilere verilmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinin problemin tanımlanması öğrencilere çalışma yaprağı dağıtılacaktır. Öncelikle çalışma yapraklarında bulunan 3 boyutlu şekiller izometrik çizim programında oluşturulacaktır. Çizimlerde şekillerin renkleri ve sayıları önemlidir. Programda yer alan “x-axis rotation” gibi döndürme ile ilgili kısımları kullanılarak şekillerde küplerin arkasında kalan küpler yani görünmeyen küpler öğretmen tarafından gösterilecektir. Sonrasında öğrencilerden şekillerin 2 boyutlu görünümüleri çalışma yaprağında yer alan alanlara çizimleri istenecektir.

Etkinliğin ikinci aşamasında 2 boyutlu görünümüleri çalışma yaprağında verilen şekillerin 3 boyutlu görünümüleri oluşturulacaktır. Noktalı olarak verilen alanlara öğrencilerin şekilleri çizimleri istenecektir. Daha sonra çizimler izometrik çizim programında gerçekleştirilecektir. Öğrenciler kendi çizimlerini kontrol edeceklerdir.

Etkinliğin ilk iki aşaması öğrencilerin programı kullanarak üç boyuttan iki boyuta ve iki boyuttan üç boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Bu aşamalar ile ayrıca öğrencilerin programı anlayabilmeleri ve kullanmayı öğrenmeleri amaçlanmıştır.

Etkinliğin üçüncü aşaması ile tasarım aşamasına geçilmiştir. Öğrencilerin kendi şekillerini oluşturmaları istenmektedir. Oluşturulan şeklin şu özelliklere sahip olması gerekmektedir:

1. Şekil en az 6 küpten oluşmalıdır.
2. Şekilde en az 3 farklı renkte küpler olmalıdır.
3. Bazı küpler diğer küplerin önünde ya da arkasında kalmalıdır.

Yukarıdaki bu üç madde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin problemin tanımlanması aşamasında yer alan kriter ve kısıtlamalar ile ilgilidir. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrenciler bilgisayar programı üzerinde tasarımlarını gerçekleştirirler. Tasarımlarının görüntüsünü çalışma yapraklarına çizerler. Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında, tasarımlarını tekrar kontrol ederler. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında öğrenciler yanlarında oturan öğrenciler ile eşleştirilir. Her bir öğrenci yanındaki arkadaşının şeklini alır birbirleri ile tartışarak şekillerinin uygun olup olmadığına karar verirler. Ayrıca bu aşamada öğrenciler arkadaşlarının şekillerinin üstten, alttan, sağdan, soldan, önden ve arkadan görünümünü çizer. Şekillerin farklı yönlerden görünümünü ilişkilendirerek de oluşturdukları şekillerin şartları sağlayıp sağlamadığını test etme fırsatı bulur. Karşılıklı görüş alışverişinden sonra iletişim aşamasında oluşturulan tasarımlar bireysel olarak tanıtılır.

GEOMETRİK AÇINIMLAR

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin 2 boyutta açınımları verilen şekillerin 3 boyutlu hallerini oluşturmaları, matematiksel akıl yürütme becerilerini ve uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, teknolojiyi kullanmaları amaçlanmaktadır.

İlişkili olduğu alanlar: matematik, mühendislik, teknoloji

Öğrenme hedefleri:

- Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizer ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar verir.
- Dik prizmaları tanır ve temel özelliklerini elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer.
- Dik piramidi tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer.

Katılımcılar:

7. sınıf ve üzeri seviyede istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: İnternete bağlı bilgisayar, projeksiyon aleti, cube nets programı, çalışma kâğıdı, kâğıt, kalem, makas, bant ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Açıklamalar ve öneriler:

Etkinlik bireysel olarak gerçekleştirilecektir. Tüm öğrencilere çalışma yaprağı dağıtılacaktır. Bilgisayar destekli bir etkinliktir. Çalışma yaprağının ilk kısmında 10 adet açınım bulunmaktadır. Bu açınımlardan 7 tanesi ile küp elde edilebilirken, 3 tanesinden küp oluşmamaktadır. Öğrenciler öncelikle çalışma yaprağında katlanmasıyla küp elde edileceğini düşündükleri açınımları işaretleyeceklerdir. Daha sonra öğretmen/araştırmacı tarafından <https://illuminations.nctm.org> internet adresinde yer alan “cube nets” programını tanıtacaktır. Bu programda açınımlardan küplerin nasıl elde edildiği gösterilmektedir. Öğrenciler programı kullanarak cevaplarını kontrol etmiş olacaklardır.

Etkinliğin ikinci kısmında öğretmen/araştırmacı tarafından piramitlerin ve prizmaların açınımları bilgisayar programı (GeoGebra) aracılığıyla tanıtılır. Taban kenar sayısı farklı

olan (üçgen-3 kenarlı, kare-4 kenarlı, beşgen-5 kenarlı, vs.) prizmaların ve piramitlerin sayıları artırılarak açınımları gösterilir. Açınımlar hem 2 boyutlu hem de 3 boyutlu olarak görselleştirilir.

Yukarıdaki etkinlikler gerçekleştirildikten sonra öğrenciler gruplara ayrılır. Öğrencilere çeşitli açınımlar verilir. Bu açınımları kullanarak aşağıdaki özellikleri taşıyan bir roket tasarımları istenir.

1. Roket yapımında bir prizma ve bir piramit kullanılmalıdır.
2. Açınımları verilen şekillerden küp ya da dikdörtgenler prizması oluşturanlardan biri seçilmelidir.
3. Açınımları verilen şekillerden üçgen piramit ya da üçgen prizma oluşturanlardan biri seçilmelidir.
4. İki şekil birbiri ile örtüşmelidir.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasında öğretmen yukarıdaki roket tasarımı görevini anlatır. Öğrencilerin roket tasarımı için verilen kriter ve kısıtlamaları anlamaları gerekmektedir. Öğrencilerin önceki bilgileri kullanarak açınımlar arasından verilen doğru şekilleri bularak roket tasarımı sürecinde uygun olanları seçmeleri istenmektedir.

Olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden oluşturdukları nesnelerin alternatifler için belirlenen özellikleri taşıyıp taşımadıklarını değerlendirmeleri istenir. Dolayısıyla öğrencilerin bu etkinlik için alternatif özelliklerinde verilen kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Grupta yer alan tüm öğrenciler öncelikle bireysel olarak çözüm önerilerini oluştururlar.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında grup üyeleri oluşturdukları tasarımları birbirleriyle kıyaslarlar. Çözüm önerilerinde hangi geometrik nesneleri kullandıklarını açıklarlar. Bu aşamada isterlerse bilgisayar programından yararlanabilirler ve açınımlarının şeklin kapalı halini oluşturup oluşturmadığını test ederler. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında tüm çözüm önerilerini değerlendirerek ortak bir karar verirler. Bu alternatifler arasında en uygun olan roket tasarımının ne olduğuna karar verirler. İletişim aşamasında grup sözcüsü hazırladıkları prototiplerini tüm sınıfa sunar. Öğretmen ve diğer öğrenciler çeşitli sorular sorarak grubun tasarımını değerlendirirler.

ŞEKİLLERİ DÖNDÜRELİM-ÖTELEYELİM

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin dönme, öteleme ve yansıma konularındaki öğrenmelerini pekiştirmeleri, yansımada şekil ile görüntüsünün eş olduğunu keşfetmeleri, ardışık işlemleri sırası ile gerçekleştirmeleri, çeşitli ardışık dönme-öteleme işlemleri ile son hali verilen bir şeklin ilk haline ulaşmaları, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmeleri, uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, teknolojiyi kullanmaları amaçlanmaktadır.



İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik, Teknoloji

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal İlişkiler

Matematiksel Kazanımlar

- Yansımada şekil ile görüntüsü üzerinde birbirlerine karşılık gelen noktaların simetri doğrusuna olan uzaklıklarının eşit ve şekil ile görüntüsünün eş olduğunu keşfeder.
- Düzlemsel bir şeklin ardışık ötelemeler ve yansımalar sonucunda ortaya çıkan görüntüsünü oluşturur.
- Koordinat sisteminde bir çokgenin öteleme, eksenlerinden birine göre yansıma, herhangi bir doğru boyunca öteleme ve orijin etrafında dönme altındaki görüntülerini belirleyerek çizer.
- Şekillerin en çok iki ardışık öteleme, yansıma veya dönme sonucunda ortaya çıkan görüntülerini oluşturur.

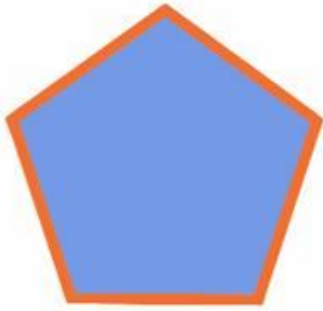
Katılımcılar: 6. sınıf ve üzeri seviyede istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

Gerekli materyaller: İnternete bağlı bilgisayar, projeksiyon aleti, koordinat sisteminde yansıma isimli hazır bir bilgisayar programı, çalışma kâğıdı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Şekilleri döndürelim-öteleyelim etkinliği araştırmanın bilgisayar destekli matematik uygulamaları modülü içerisinde yer almaktadır. Koordinat sisteminde yansıma isimli hazır bilgisayar programı (URL-1) aracılığıyla etkinlik gerçekleştirilir. Etkinlik için araştırmacı tarafından etkinlik ile aynı başlığı taşıyan “Şekilleri döndürelim-öteleyelim” çalışma yaprağı geliştirilmiştir. Bu çalışma yaprağında ABCDE beşgeni için aşağıdaki dönüşümler tanımlanmıştır.



I. Beşgeni saat yönünde 90 derece döndürür.

II. Beşgenin y eksenine göre simetriğini alır.

III. Beşgenin x eksenine göre simetriğini alır.

IV. Beşgeni 3 birim sağa doğru öteler.

V. Beşgeni 2 birim yukarıya doğru öteler.

VI. Beşgenin orjine göre simetriğini alır.

Etkinlikte öğrencilere tasarım yapma niteliğindeki son görev verilmeden önce döndürme, simetri alma ve öteleme bilgilerini pekiştirmek ve yukarıda tanımlanan dönüşüm dizisini kavratmak ve pratik yapmalarını sağlamak amacıyla iki görev verilmiştir. Görevlerin ilkinde öğrencilerden koordinat düzlemine yerleştirilen beşgene sırasıyla 4 farklı dönüşüm yapmaları, ikincisinde son şekli verilen bir beşgenin dönüşümlerden önceki halini bulmaları istenmektedir. Öğrenciler bu görevleri verilen bilgisayar programı aracılığıyla da gerçekleştirip test ederler.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasında koordinat düzlemine bir ABCDE üçgeni yerleştirilmiştir. Öğrencilerden verilen dönüşümleri kullanarak aynı şekli elde edecekleri bir dönüşüm dizisi belirlemeleri istenmektedir. Bu dönüşüm dizisi bazı özellikler taşımalıdır.

1. Dönüşümlerden en az 4 tanesi kullanılmalıdır.
2. Her bir dönüşüm sadece bir kez kullanılmalıdır.

Yukarıda verilen özellikler dönüşüm için belirlenen kriter ve kısıtlamalardır. Öğrencilerden önceki pratiklerini kullanarak dönüşüm alternatifleri oluşturmaları istenmektedir.

Olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden belirledikleri dönüşümlerin tekrar aynı şeklin elde edilmesini sağlayıp sağlamadığını değerlendirmeleri istenir. Grupta yer alan tüm öğrenciler öncelikle bireysel olarak çözüm önerilerini oluştururlar.

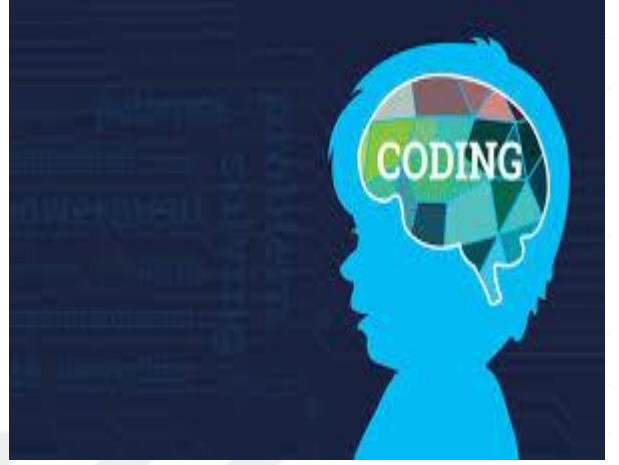
Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında grup üyeleri belirledikleri dönüşüm alternatiflerini birbirlerine açıklarlar. Bu aşamada bilgisayar programından yararlanabilirler ve dönüşüm önerilerini test ederler. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasında tüm çözüm önerilerini değerlendirirler. Oluşturabildikleri kadar çok dönüşüm dizisini elde etmeye çalışırlar. İletişim aşamasında grup sözcüsü elde ettikleri dönüşüm alternatiflerini tüm sınıfa sunar. Öğretmen ve diğer öğrenciler çeşitli sorular sorarak grubun çözümlerini değerlendirirler.



KENDİ YAZDIĞIM KODLAMA PROGRAMI İLE YÖN TARİF EDİYORUM

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin basit anlamda kodlama dili ile çeşitli ifadeler oluşturmaları, problemin çözümü için alternatif yollar aramaları, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmeleri, uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, farklı yerlerin birbirlerine göre konum bilgilerini öğrenmeleri ve bunları kodlama dili ile ifade etmeleri, tamsayılarda toplama ve çıkarma konularını pekiştirmeleri amaçlanmaktadır.



İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Yönelim

Matematiksel Kazanımlar

- Kareli veya noktalı kâğıt üzerinde bir noktanın diğer bir noktaya göre konumunu yön ve birim kullanarak ifade eder.

Katılımcılar: 6. sınıf ve üzeri seviyede istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

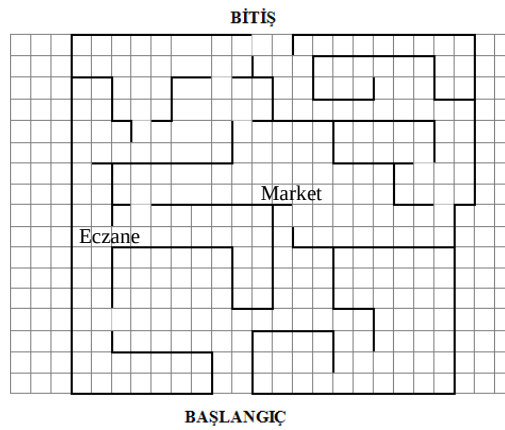
Gerekli materyaller: Çalışma kâğıdı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Etkinliğin Uygulanışı

Kendi yazdığım kodlama programı ile yön tarif ediyorum etkinliği araştırmanın serbest matematik uygulamaları modülü içerisinde yer aldığından öğrenciler materyal kullanma konusunda serbesttirler.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasına uygun olarak öğrencilere tasarım etkinliğinin başında bir senaryo verilir. Bu senaryo görme engelli bir kişinin bir yerden başka bir yere gitmesine yardımcı olmak ile ilgilidir. Öğrencilerden görme engelli bir kişiyi verilen haritayı takip ederek bulunulan noktadan evine götürmeleri istenmektedir. Harita labirent şeklindedir ve hedefe ulaştıran birden fazla yol bulunmaktadır. Ayrıca bu yollar üzerinde eczane, hastane, market, okul gibi yerler vardır. Öğrencilerin bir rota oluşturmaları ve bu yolu kodlama dili ile ifade etmeleri istenmektedir. Ancak izleyecekleri yol bazı özelliklere sahip olmalıdır. Bu özellikler aynı zamanda etkinlik için belirlenen kriterler ve kısıtlamalardır.



1. Çapraz olarak ilerleme yok.
2. Yukarı yön (+), aşağı yön (-) ile; sağ yön (+), sol yön (-) ile gösterilmelidir.
3. Hedefe ulaştıracak en kısa yol bulunmalıdır.
4. Yolda eczane veya markete uğranmalıdır.

Mühendislik tasarım sürecinin olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilere hedefe ulaştıracak nasıl bir rota önerdikleri sorulur. Öğrenciler yukarıdaki kriter ve kısıtlamaları kullanarak en kısa yolu bulup görme engelli kişiyi evine ulaştırmaya çalışacaktır. Etkinlik ile ayrıca öğrencilerin tamsayılarda toplam ve çıkarma konusu ile ilişkilendirilme yapılmaktadır. Öğrencilerin en kısa rotanın belirlenmesinde yukarıda verilen yukarı ve sağ yön (+) ve aşağı ve sol yön (-)'lik durumlarını göz önüne almaları gerekmektedir. Bu aşamanın devamında öğrencilerden oluşturulabilecek tüm rotaları düşünerek, en kısa yol ile ilgili çalışma yaprağında verilen tabloyu doldurmaları istenmektedir.

Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında öğrencilerin tabloda doldurdıkları değerleri incelemeleri ve karşılaştırmaları istenmektedir. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasından öğrencilerden sistematik bir şekilde oluşturulan tüm ihtimallerin

değerlendirilerek arasından en optimal olanı seçmeleri beklenmektedir. Ayrıca bu aşamada, öğrencilerin seçtikleri yolların en kısa yol mu olduğu, oluşturulabilecek alternatif başka bir yol olup olmadığı birlikte tartışılır ve gerekçeleri açıklanır. En son belirlenen yol labirent üzerinde gösterilerek kodlama dili ile ifadesi yazılır. İletişim aşamasında öğrenciler seçtikleri yolu sınıfa gerekçeleri ile birlikte anlatırlar.



YEMEK ŞİRKETİNDE ÇALIŞACAK MÜHENDİSLER ARANIYOR

Genel açıklama

Bu etkinlikte öğrencilerin çeşitli geometrik cisimleri tanımaları ve temel özelliklerini belirlemeleri, dik prizmaların (küp, kare prizma ve dikdörtgenler prizması) ve silindirin yüzey alanı ve hacmi ile ilgili çeşitli problemleri çözmeleri, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri, matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmeleri, uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri, hacim ile yüzey alanı nasıl bir ilişki olabileceğini keşfetmeleri amaçlanmaktadır.



İlişkili olduğu alanlar: Matematik, Mühendislik

İlişkili olduğu uzamsal yetenek bileşeni: Uzamsal Görselleştirme

Matematiksel Kazanımlar

- Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplar.
- Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
- Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
- Dik dairesel silindirin hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.

Katılımcılar: 8. sınıf düzeyinde istenilen sayıda ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilebilir.

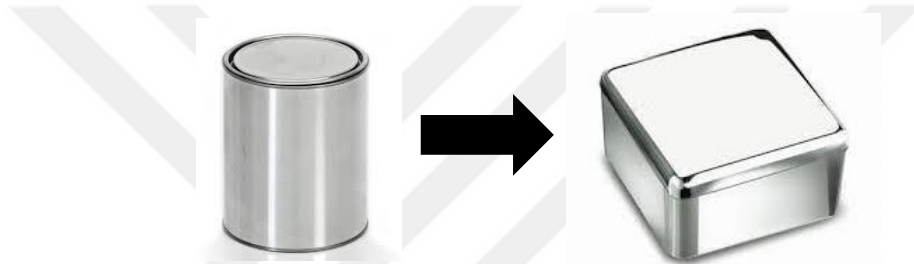
Gerekli materyaller: Çalışma yaprağı, kalem, silgi ve isteğe bağlı diğer materyaller

Süre: 2 ders saati (80 dakika)

Açıklamalar ve öneriler

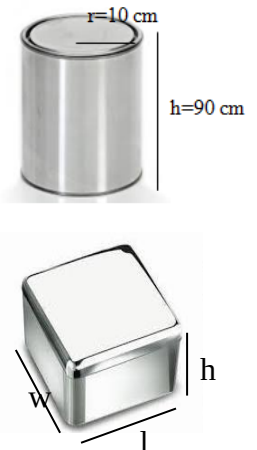
Etkinlik NCTM (2008) tarafından tasarlanan Cubed Cans başlıklı başka bir etkinlikten esinlenerek geliştirilmiştir. Bu etkinlik araştırmanın serbest matematik uygulamaları modülü içerisinde yer aldığından öğrenciler materyal kullanma konusunda serbesttirler. İsterlerse kağıt, karton vs. gibi somut materyalleri kullanabilirler ya da ihtiyaç duymadan çeşitli hesaplamalar ile tasarımlarını oluşturabilirler. Öğrencilere bireysel olarak etkinlik için hazırlanmış çalışma yaprağı dağıtılır. Grup çalışması ile de etkinlik gerçekleştirilebilir.

Mühendislik tasarım temelli öğrenmenin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşamasına uygun olarak öğrencilere tasarım etkinliğinin başında bir senaryo verilir. Bu senaryo bir yemek şirketinin yeni taşıma kapları tasarlamak için mühendisler araması ile ilgilidir. Şirkete alınacak mühendisten daha fazla yemek taşıyacak ancak daha az yer kaplayacak farklı boyutlarda bir taşıma kabı tasarlaması istenmektedir. Yemek şirketinin standart taşıma kapları silindir şeklindedir. Silindir şeklindeki yemek kabının yarıçap ve yükseklik ölçüleri verilir. Öğrencilerin bu ölçülere göre şirketin standart olarak taşıdığı yemek miktarını gösteren hacim değerini ve standart yüzey alanı ölçüsünü hesaplamaları gerekmektedir. Tasarlayacakları kap için elde ettikleri yüzey alanı ölçüsünden daha küçük bir değeri elde etmeleri istenilen bir diğer özelliktir. Bu özellikler aynı zamanda etkinlik için belirlenen kriterler ve kısıtlamalardır.



Olası çözümlerin belirlenmesi aşamasında öğrencilere yemek şirketinin kullanması için hangi boyutlarda bir taşıma kabı önerdikleri sorulur. Öğrenciler silindirin hacmi ile dikdörtgenler prizmalarının hacimleri karşılaştırılarak en uygun hacimde yemek taşıma kabını (en optimal kap) elde edeceklerdir. Etkinlik ile dik dairesel silindirin hacim bağıntısı dik prizmanın hacim bağıntısı ile ilişkilendirilmektedir. Amaç öğrencilerin hesaplama bilgilerini ölçmek olmadığından silindir ve dikdörtgenler prizmasına ait hacim ve yüzey alanı değerleri öğrencilere çalışma yaprağında verilmiştir. Bu aşamanın devamında öğrencilerden oluşturulabilecek tüm dikdörtgenler prizması olasılıkları düşünülerek, prizmaların boyutları ile ilgili çalışma yaprağında verilen tabloyu doldurmaları istenmektedir.

Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Yükseklik (h)	Hacim	Yüzey alanı



Çözümlerin analiz edilmesi aşamasında öğrencilerin tabloda doldurdıkları değerleri incelemeleri ve karşılaştırmaları istenmektedir. Çözümlerin en uygun hale getirilmesi aşamasından öğrencilerden sistematik bir şekilde oluşturulan tüm ihtimallerin değerlendirilerek arasından en optimal olanı seçmeleri beklenmektedir. Ayrıca bu aşamada, öğrenciler ile tasarladıkları kutulardan sonra yemek şirketinin, silindirlere göre daha fazla mı daha az mı taşıma alanına ihtiyaç duyacağı konusu; silindirlerin aynı yüzey alanına sahip diğer şekillerden daha mı az, daha mı fazla hacim kapladığı konuları nedenleri ile birlikte tartışılmıştır. Aşamanın sonunda öğrencilerden yeniden mini tasarımlarını geliştirmeleri istenmiştir. İletişim aşamasında öğrenciler geliştirdikleri tasarımı sınıfa sunarlar, tasarımlarını nasıl gerçekleştirdiklerini anlatırlar.



ÇALIŞMA YAPRAKLARI

MATEMATİK KÜPLERİ İLE GEOMETRİK NESNELER TASARLIYORUM

Adım 1: Birim küpleri kullanarak sırasıyla küp, dikdörtgenler prizması ve kare prizma geometrik nesneleri inşa ediniz. Her bir nesne için farklı sayıda birim küpler kullanabilirsiniz.

Adım 2: İnşa ettiğiniz nesnelerin hacimlerini hesaplayınız. Hesaplamayı nasıl yapacağınızı grup arkadaşlarınızla tartışınız. Hesaplama yönteminizi ve her bir nesne için elde ettiğiniz sonuçları ayrıntılı olarak aşağıda boşluk bırakılan yere yazınız.

Adım 3: Aşağıda boyutları 1cm x 1cm x 1cm olan farklı sayıda küplerden oluşan şekiller bulunmaktadır. Matematik küplerini kullanarak cevaplarınıza ulaşınız. 4 cm x 3 cm x 3 cm boyutlarında prizmalar inşa etmek için her bir şekil için kaç küp eklenmesi gerektiğini bulunuz.



Adım 4: Yukarıda elde ettiğiniz küplerden birini bozunuz. Elinizdeki küp sayısı ile elde edilebilecek en büyük hacimli nesneyi tasarlayınız.

HEDİYE PAKETİ KAPLAMA

Arkadaşımızın doğum günü için bir hediye paketi hazırlamanız isteniyor. Bu hediye paketinin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekiyor.

1. En uygun fiyatlı olmalıdır.
2. Hediyein tümünü kaplayacak şekilde en az miktarda kağıt kullanılmalıdır.
3. Kutular ya da pet şişeler gerekli görülürse kesilebilir.
4. Görsel olarak düzgün ve güzel olmalıdır.

✚ Yanda çeşitli hediye paketi kaplama kağıtları ve 1 metresi için istenilen fiyatları verilmiştir.

✚ Matematiksel hesaplamalar sırasında bu tablodan yararlanarak en uygun hediye paketini tasarlayınız.

✚ Hediye paketi tasarımınızı aşağıda verilen boşluğa anlatınız.

Kağıt türü	1 metre için fiyatı
Düz renk kağıt	5 TL
Desenli kağıt	8 TL

ÇEVREMİZDEKİ ÜÇ BOYUTLULAR



Çevremizdeki üç boyutlu nesnelerden örnekler verir misiniz?



Adım 1: Üçgen prizma, dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küp geometrik nesnelerini elinizdeki materyalleri kullanarak inşa ediniz. Bu şekillerin özelliklerini aşağıdaki tabloda doldurunuz.

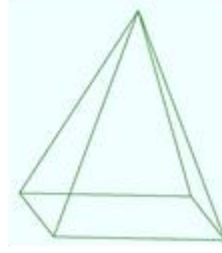
	Taban şekli	Diğer yüzeylerin şekli	Köşe sayısı	Kenar (ayrıt) sayısı	Yüzey sayısı
Üçgen prizma					
Dikdörtgenler prizması					
Kare prizma					
Küp					

Şekillerin köşe sayısı, kenar sayısı ve yüzey sayıları aralarında bir ilişki var mıdır? Var ise nasıl bir ilişki vardır, matematiksel olarak açıklayınız.

Adım 2: Aşağıdaki şekilleri oyun hamurları ve çubuklar kullanarak inşa ediniz. Şekillerin özellikleri ile ilgili aşağıdaki tabloyu doldurunuz.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

	Şeklin adı	Taban şekli	Diğer yüzeylerin şekli	Köşe sayısı	Yüzey sayısı	Kenar (ayrıt) sayısı
Şekil 1						
Şekil 2						
Şekil 3						

Şekillerin köşe sayısı, kenar sayısı ve yüzey sayıları aralarında bir ilişki var mıdır? Var ise nasıl bir ilişki vardır, matematiksel olarak açıklayınız.

Adım 3: Elinizdeki materyalleri kullanarak dik silindir ve dik koni şekillerini oluşturunuz. Özellikleri ile ilgili bilgileri aşağıdaki tabloya doldurunuz.

	Taban şekli	Köşe sayısı	Kenar (ayrıt) sayısı	Yüzey sayısı
Dik silindir				
Dik koni				

Aşağıdaki alternatifleri kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.

1. alternatif: Köşe sayısı taban şeklinin kenar sayısının 2 katı olmak üzere, köşe sayısı 8, yüzey sayısı 6 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.

2.alternatif: Köşe sayısı taban şeklinin kenar sayısının 1 fazlası olmak üzere, kenar sayısı 8 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.

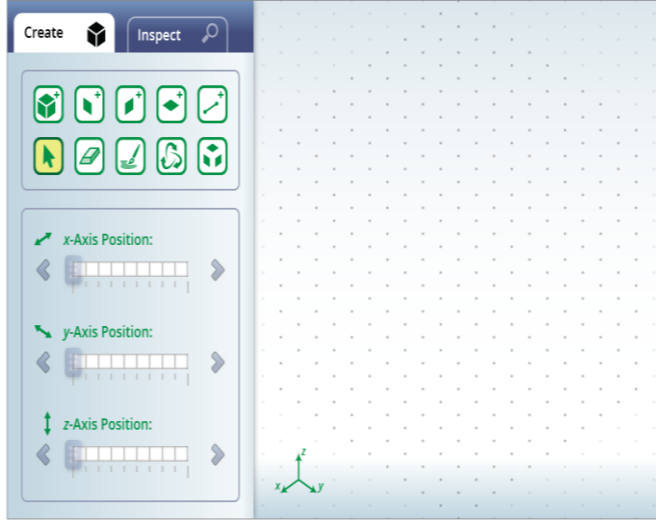
3.alternatif: Köşesi bulunmayan ve yüzey sayısı 2 olan geometrik şekli kullanarak bir kitap destekleyicisi tasarlayınız.



- ✚ Yukarıdaki alternatifler arasında en uygun olan tasarımı gerekçeleriyle birlikte aşağıda verilen boşluğa açıklayınız.

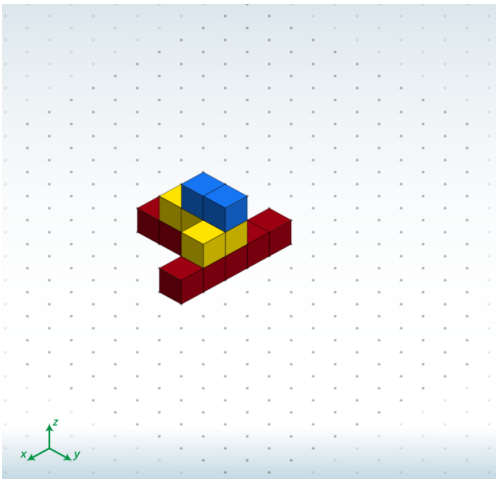
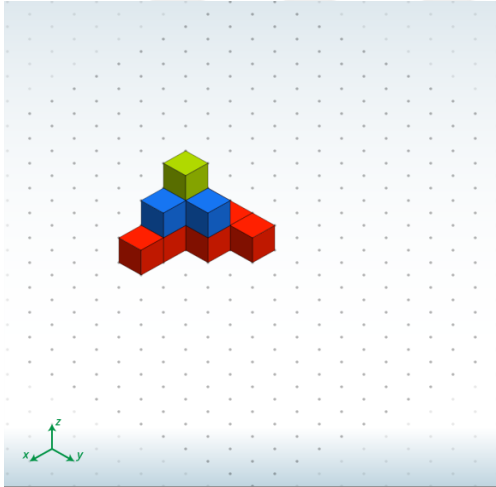
İZOMETRİK ÇİZİMLERİ KEŞFEDİYORUM

İzometrik çizim programında yer alan İngilizce terimlerin Türkçe karşılıkları yanda verilmiştir. Bu bilgiler programın kullanımında işinizi kolaylaştıracaktır.



Create: oluştur komutu
Inspect: Kontrol etme komutu
x-axis position: x eksen pozisyonu
y-axis position: y eksen pozisyonu
z-axis position: z eksen pozisyonu
x-axis rotation: x ekseninde döndürme
y-axis rotation: y ekseninde döndürme
z-axis rotation: z ekseninde döndürme
Show axes: eksenleri göster
Solid: Katı cisim
3D: 3 boyutlu görünüm
2D: 2 boyutlu görünüm
Reset view: Görüntüyü sıfırla
Front: Ön
Right: Sağ
Top: Üst
Mat View: Mat Görünümü

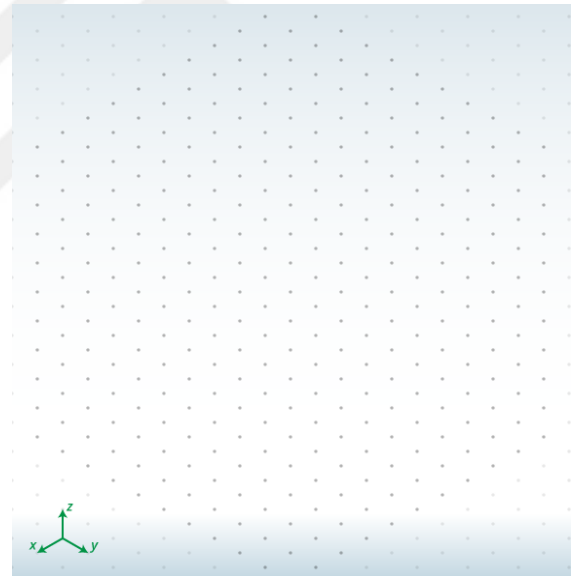
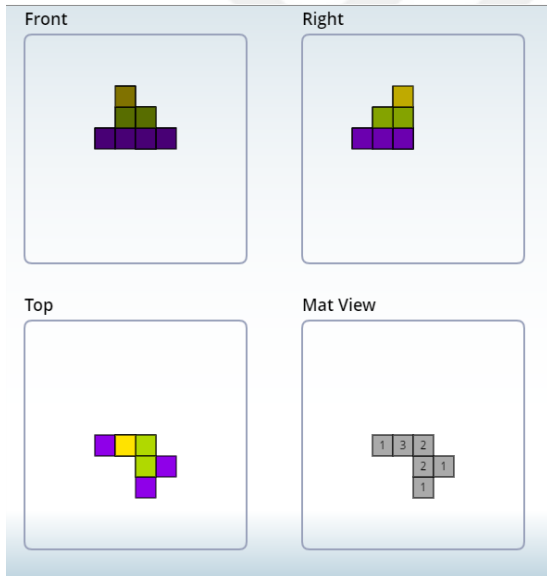
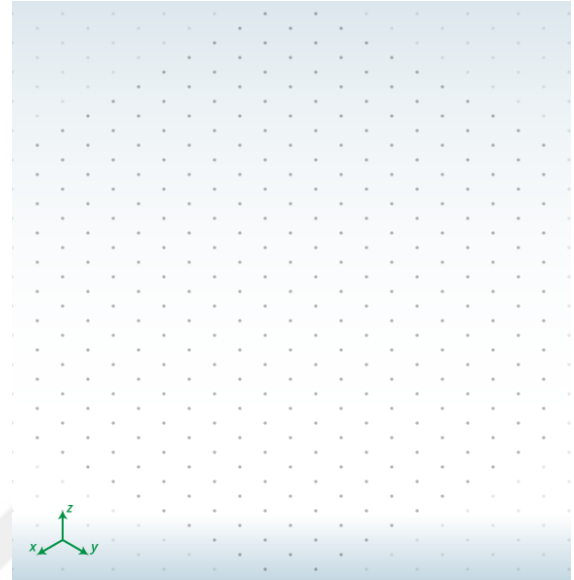
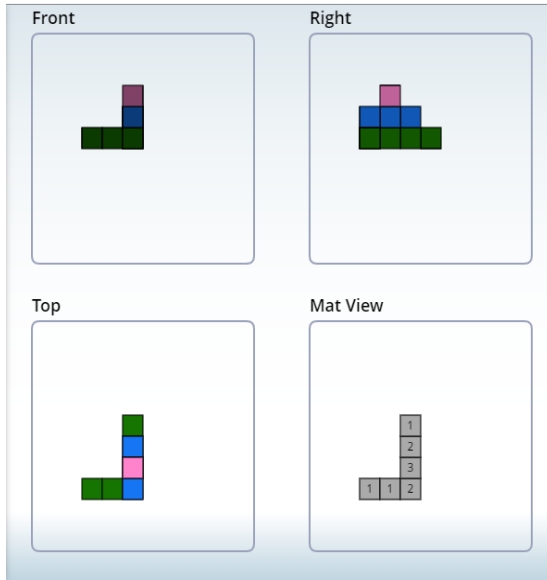
Adım 1: Aşağıdaki 3 boyutlu şekillerin 2 boyutlu görünümlerini çiziniz.



Ön	Sağ
Üst	Mat Görünümü

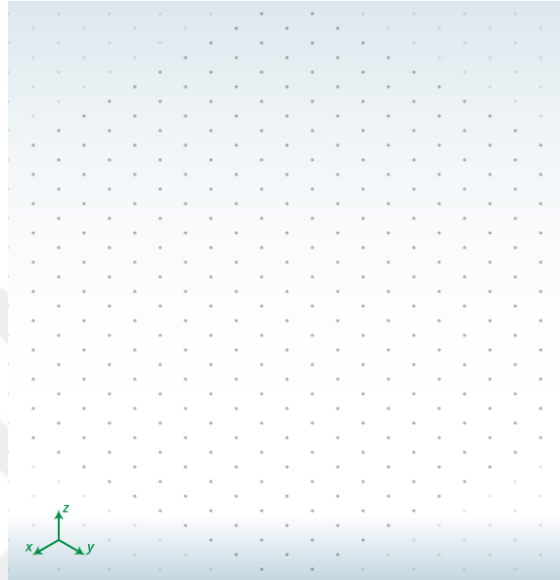
Ön	Sağ
Üst	Mat Görünümü

Adım 2: Aşağıda 2 boyutlu görünümü verilen şekillerin 3 boyutlu görünümünü yanlarındaki noktalı alanlara çiziniz.



Adım 3: Aşağıdaki özelliklere sahip yapıyı oluşturunuz ve 2 boyutlu görünümelerini elde ediniz. Oluşturulan şeklin şu özelliklere sahip olması gerekmektedir:

1. Şekil en az 6 küpten oluşmalıdır.
2. Şekilde en az 3 farklı renkte küpler olmalıdır.
3. Bazı küpler diğer küplerin önünde ya da arkasında kalmalıdır.



Şekli oluşturduktan sonra yanınızdaki arkadaşınız ile çalışma yapraklarınızı değiştiriniz. Arkadaşınızın oluşturduğu şeklin üstten, alttan, sağdan, soldan, önden ve arkadan görünümlerini çiziniz.

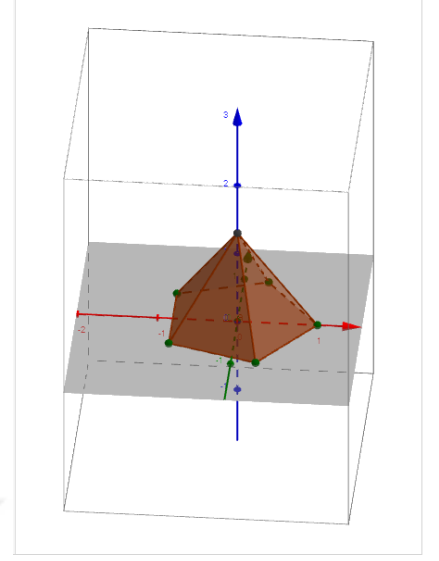
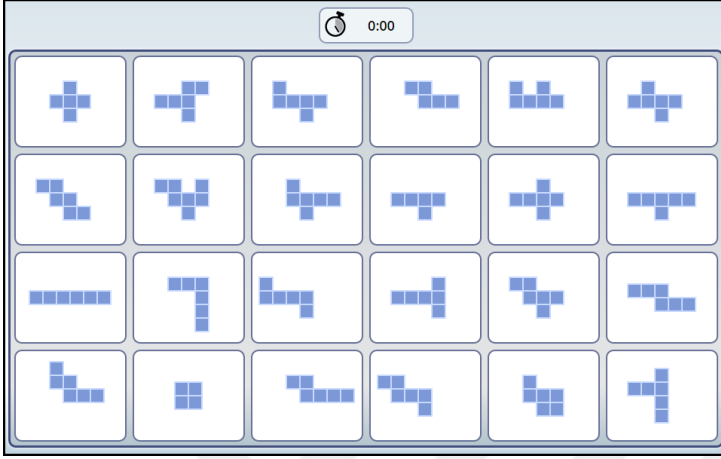
Ön	Sağ
Üst	Mat Görünümü

Arka	Sol
Alt	

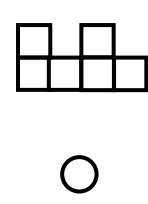
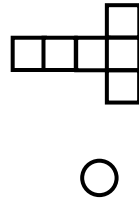
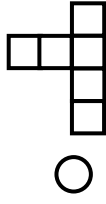
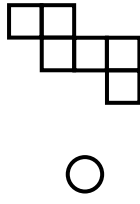
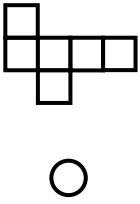
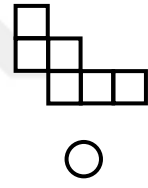
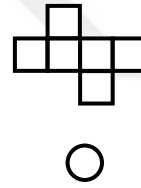
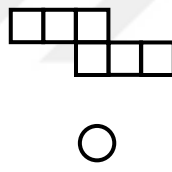
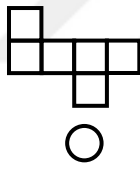
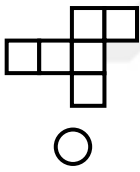
Adım 3: Çizdiğiniz şekillerin üstten, alttan, sağdan, soldan, önden ve arkadan görünümeleri arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır? Açıklayınız.

GEOMETRİK AÇINIMLAR

Geometrik şekillerin açınımlarını zihnimizde oluşturmada çeşitli bilgisayar programları etkili olmaktadır. Bu etkinlikte çeşitli bilgisayar programları kullanılarak görselleştirmeler yapılacaktır.

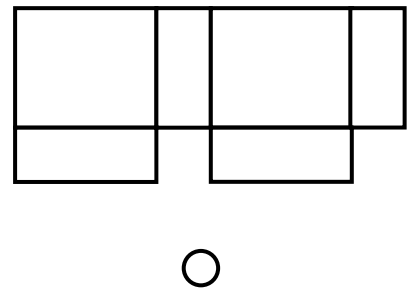
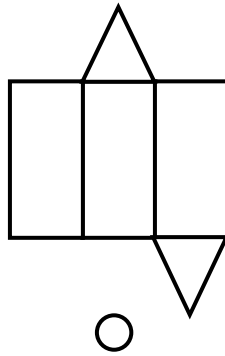
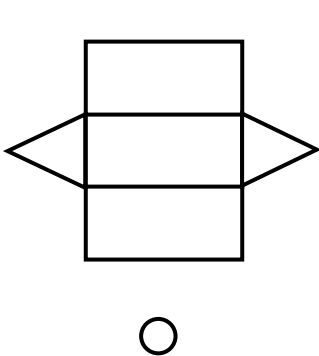


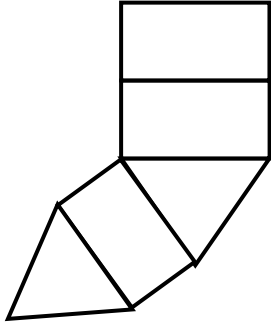
Adım 1: Aşağıdaki açınımlardan hangilerinin küp oluşturduğunu işaretleyiniz.



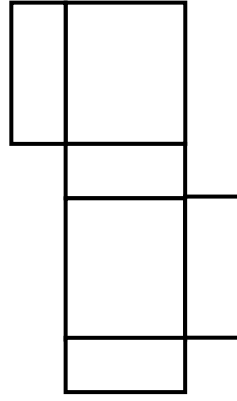
Bilgisayar programı ile cevaplarınızı kontrol ediniz.

Adım 2: Aşağıdaki şekillerden hangileri bir prizmanın açık şekli olabilir?

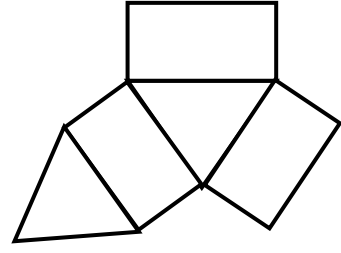




☐

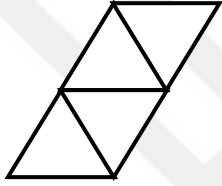


☐

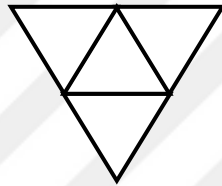


☐

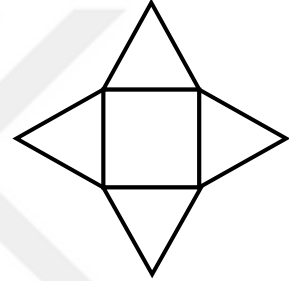
Adım 3: Aşağıdaki şekillerden hangileri bir piramitin açık şekli olabilir?



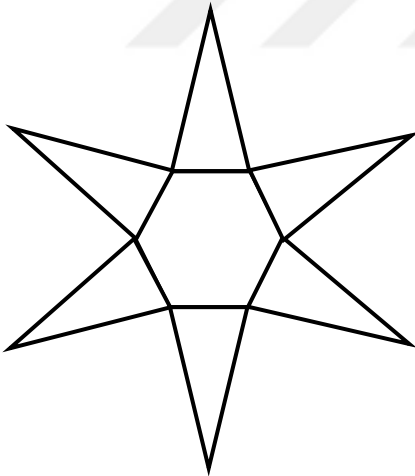
☐



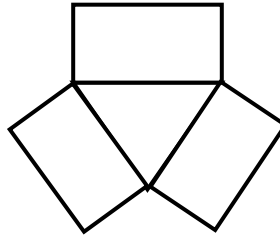
☐



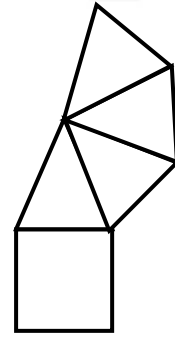
☐



☐



☐



☐

✚ Yukarıdaki açınımları verilen şekilleri kullanarak bir roket tasarımı yapınız. Tasarladığınız roketin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir.

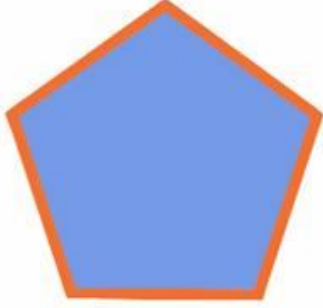
1. Roket yapımında bir prizma ve bir piramit kullanılmalıdır.
2. Açınımları verilen şekillerden küp ya da dikdörtgenler prizması oluşturanlardan biri seçilmelidir.
3. Açınımları verilen şekillerden üçgen piramit ya da üçgen prizma oluşturanlardan biri seçilmelidir.
4. İki şekil birbiri ile örtüşmelidir.

✚ Yukarıdaki alternatifler arasında en uygun olan tasarımı gerekçeleriyle birlikte aşağıda verilen boşluğa açıklayınız.



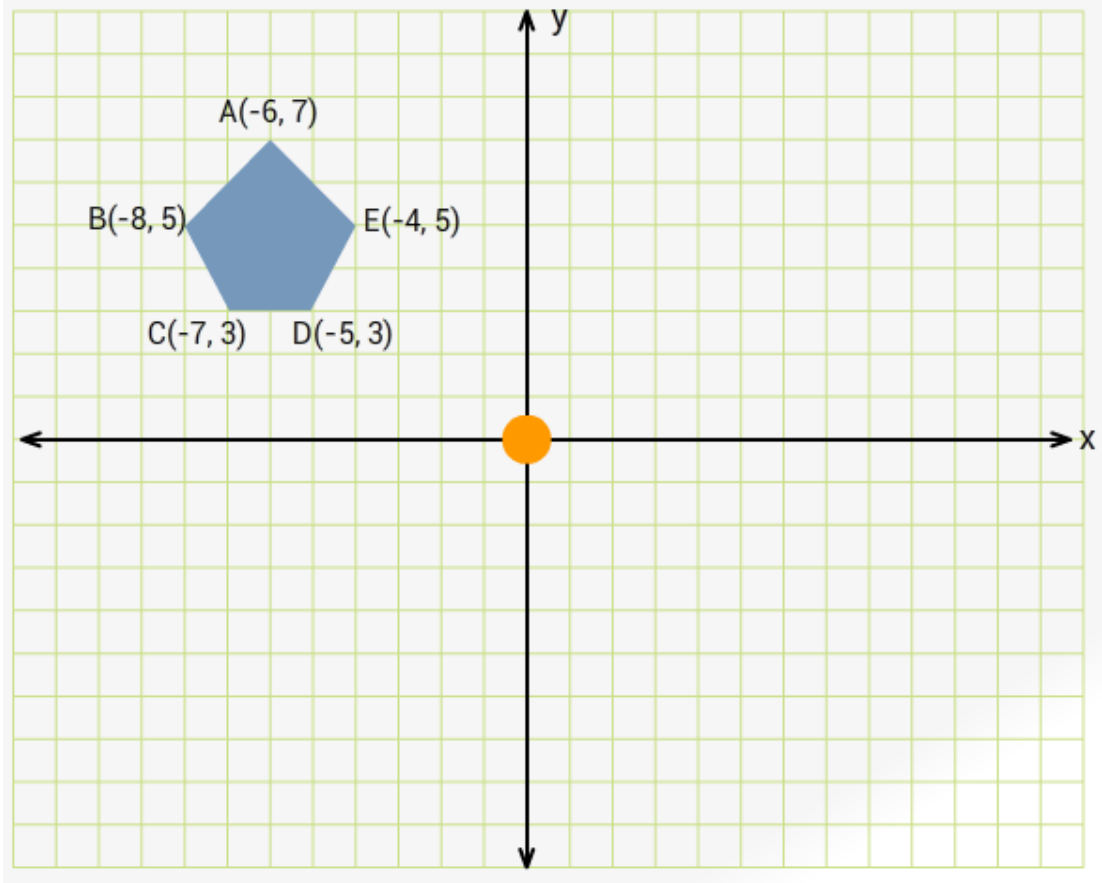
ŞEKİLLERİ DÖNDÜRELİM, ÖTELEYELİM!

ABCDE beşgeni için aşağıdaki dönüşümler tanımlanmıştır.

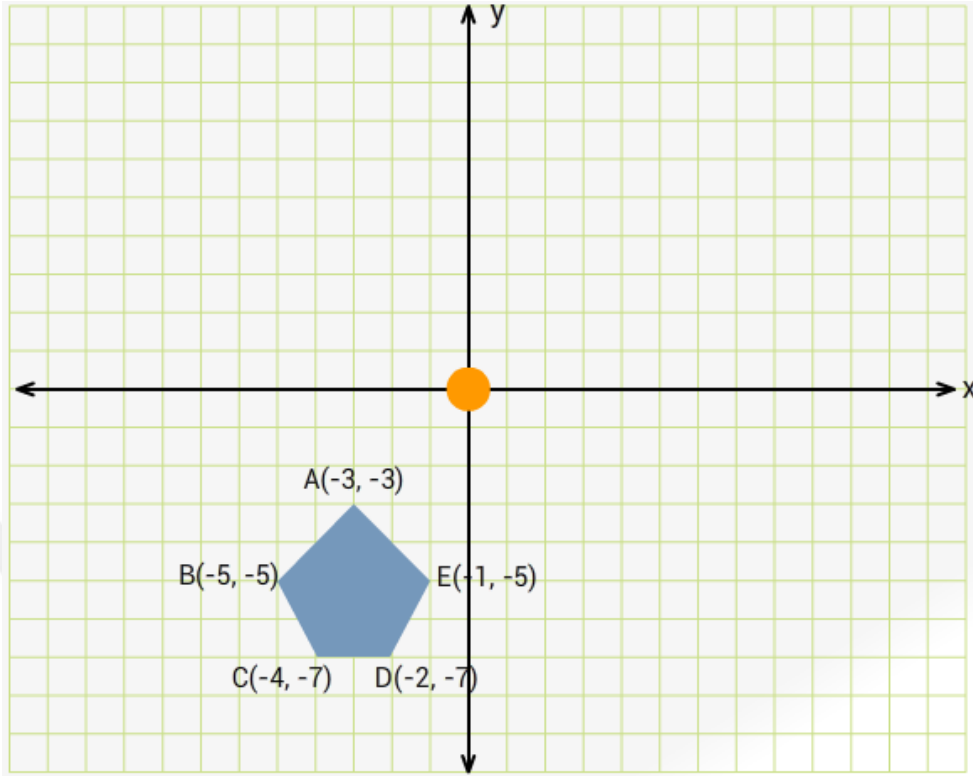


- I. Beşgeni saat yönünde 90 derece döndürür.
- II. Beşgenin y eksenine göre simetriğini alır.
- III. Beşgenin x eksenine göre simetriğini alır.
- IV. Beşgeni 3 birim sağa doğru öteler.
- V. Beşgeni 2 birim yukarıya doğru öteler.
- VI. Beşgenin orjine göre simetriğini alır.

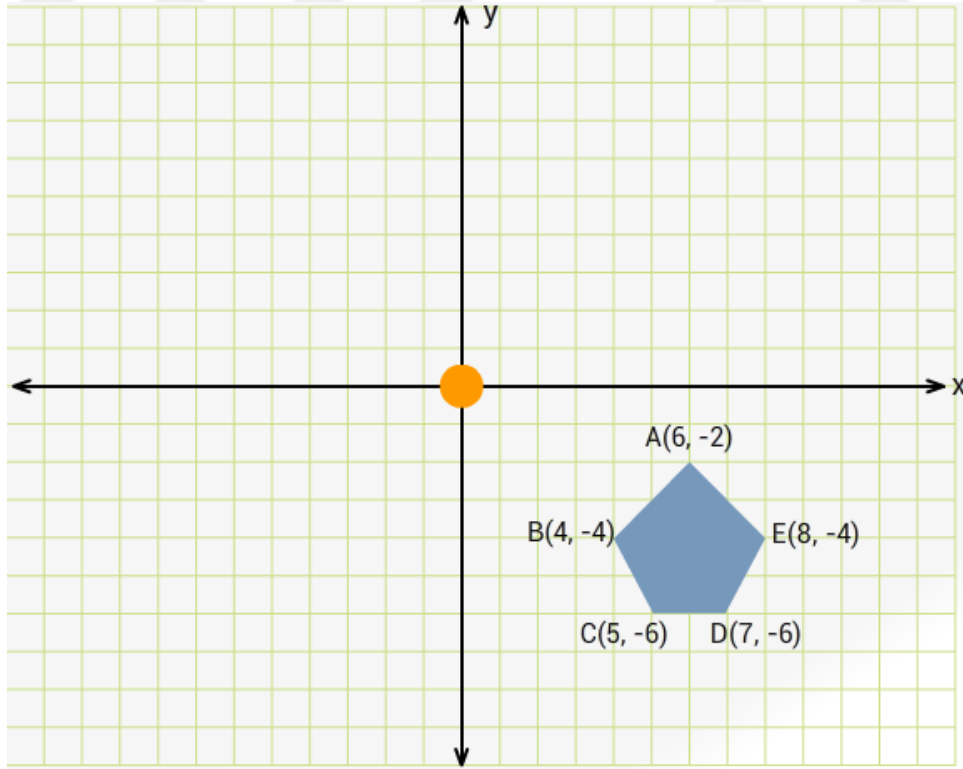
1. Koordinat düzlemine aşağıdaki gibi yerleştirilen ABCDE beşgeni için sırasıyla II - V- III - VI dönüşümleri uygulayınız.



2. Sırasıyla V-II-III-IV dönüşümleri uygulanarak aşağıdaki beşgen şekli oluşturulmuştur. Buna göre şeklin dönüşümlerden önceki ilk halini her bir dönüşümü göstererek elde ediniz.



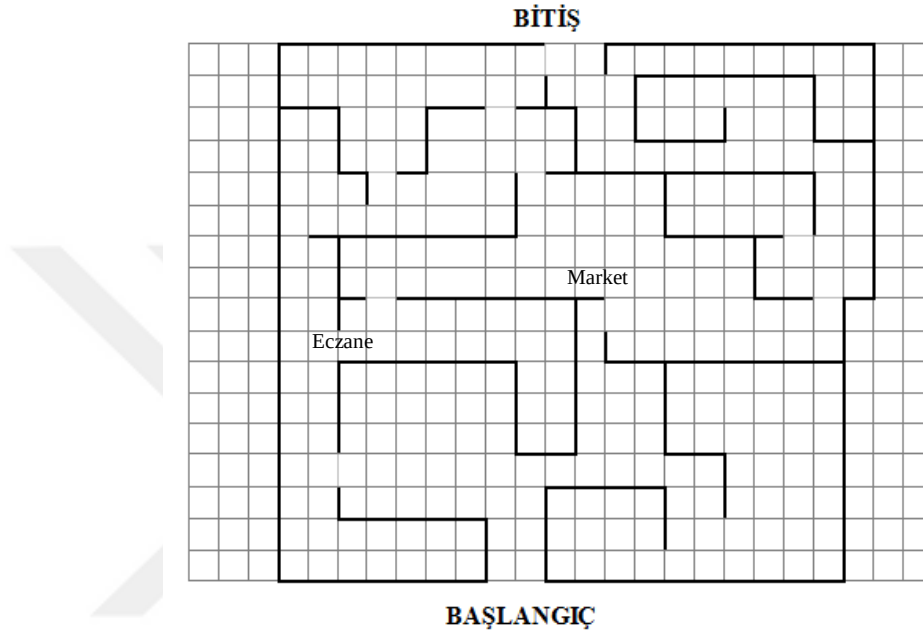
3. Aşağıdaki ABCDE beşgenine uygulandıktan sonra yine ABCDE elde edileceği bir dönüşümü sırasıyla yazınız ve şekil üzerinde gösteriniz.



Cevap:.....

KENDİ YAZDIĞIM KODLAMA PROGRAMI İLE YÖN TARİF EDİYORUM

Bilgisayar programlarını günlük hayatta sürekli kullanıyoruz. Bir bilgisayar programı bilgisayara ne yapacağını söyleyen komutlar listesi ve bu programlar çeşitli kodlar ile çalışıyor. Bu etkinlik ile siz de yön tarif eden bir kodlama programı yazacaksınız.



🗺 Görme engelli bir kişinin labirent şeklinde verilen haritayı takip ederek bulunulan noktadan evine ulaşması için yardım eder misin?

Görev: Hedefe ulaştıran birden fazla yol bulunmaktadır. Ayrıca bu yollar üzerinde eczane, hastane, market, okul gibi yerler vardır. Görme engelli kişiyi evine ulaştıracak rotayı oluşturunuz ve bu yolu kodlama dili ile ifade ediniz. Ancak izleyeceğiniz yol bazı özelliklere sahip olmalıdır.

1. Çapraz olarak ilerleme yok.
2. Yukarı yön (+), aşağı yön (-) ile; sağ yön (+), sol yön (-) ile gösterilmelidir.
3. Hedefe ulaştıracak en kısa yol bulunmalıdır.
4. Yolda eczane veya markete mutlaka uğranmalıdır.

Uyarı: Eğer yanlış bir yönlendirme yaparsan labirentteki duvarlara çarpabilirsin o zaman programı düzeltip yeniden denemelisin. Komutları yazdıktan sonra her bir yön için harflendirmeler yap ve kodu tamamla!

📍 Örneğin 4 birim yukarı - 3 birim sola – 5 birim aşağı - ...= 4Y-3S-5A

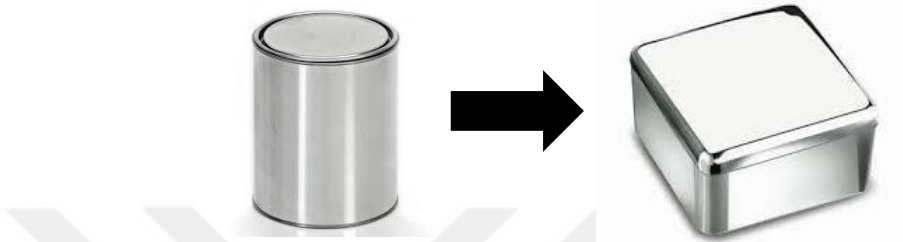
ÇIKIŞ YOLUNUN KODU:

.....
.....
.....
.....



YEMEK ŞİRKETİNDE ÇALIŞACAK MÜHENDİSLER ARANIYOR

Bir yemek şirketi satışını yaptığı yemekleri silindir şeklinde kutulayıp taşıma işlemini gerçekleştirmektedir. Bu şirket bünyesinde çalışacak mühendisler işe alacaktır. Daha fazla yemek taşıyabilmek için başvuru yapan adaylardan yemeklerini taşıyacak farklı şekillerde kaplar tasarlamalarını istemektedir. Mühendislerin, şirketin kullandığı silindir şeklindeki kapların taşıdığı yemek miktarının aynısını taşıyan ancak daha az yüzey alanına sahip farklı boyutlardaki prizma şeklinde kaplar oluşturmaları gerekmektedir.



Oluşturduğunuz yemek kaplarının hacimlerini ve yüzey alanlarını karşılaştırarak en uygun taşıma kaplarını bulunuz. Hesaplamaları yaparken aşağıdaki formüllerden yararlanabilirsiniz. (r:yarıçap, h:yükseklik, l:uzunluk, w:genişlik)

ŞEKİL	HACİM	YÜZEY ALANI
Silindir	$\pi r^2 h$	$2\pi r^2 + 2\pi r h$
Dikdörtgenler Prizması	lwh	$2lw + 2wh + 2lh$

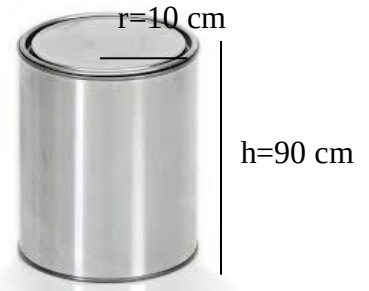
1. Aşağıda yemek şirketinin standart olarak kullandığı yemek kabının ölçüleri bulunmaktadır. Bu ölçüleri kullanarak verilen boşlukları doldurunuz. (π 'yi 3 olarak alınız)

Yarıçap = ... cm

Yükseklik = ...cm

Hacim = ...cm³

Yüzey alanı= cm²



2. Yemek şirketinin kullanması için nasıl bir taşıma kabı öneriyorsunuz?

3. Yukarıdaki bilgileri kullanarak, oluşturulabilecek dikdörtgenler prizmalarının boyutlarını düşünerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Yükseklik (h)	Hacim	Yüzey alanı



4. Tasarladığınız kutunun boyutları ile ilgili özel olarak ne fark ettiniz?

5. Tasarladığınız kutulardan sonra yemek şirketi, silindirlere göre daha az mı yoksa daha fazla mı bir taşıma alanına ihtiyaç duyacak? Nedenini açıklayınız.

KAYNAKÇA

URL-1. <https://drive.google.com/file/d/0B6ba4DqxljRaX0ZkdjBVZUJ0SzA/view>

NCTM (2008). National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2008). *Cubed cans*. https://illuminations.nctm.org/uploadedFiles/Content/Lessons/Resources/6-8/Cubed_Cans-AS.pdf. adresinden erişilmiştir.

