



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Doktora Tezi

**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRENME ORTAMINDA LİSE ÖĞRENCİLERİNİN  
GEOMETRİK ZİHİN ALIŞKANLIKLARININ VE SEZGİSEL KURALLARININ  
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Merve ÖZ

ORCID: 0000-0002-3973-3186

Danışman

Prof. Dr. Bilge PEKER

ORCID: 0000-0002-0787-4996

Konya – 2026

## ÖN SÖZ

Sözlerime yüksek lisans ve doktora sürecimde danışmanlığımı yapan; ancak bir danışmandan öte rehber olan, her daim sevgi ve saygı duyduğum ve her zaman bana kapısını açan danışmanım Prof. Dr. Bilge PEKER'e teşekkürlerimi sunarak başlamak isterim.

Doktora sürecim boyunca güzel fikirleriyle tezimi bambaşka bir boyuta taşıyan Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN ve Prof. Dr. Ersin BOZKURT'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma jürime katılarak değerli fikirleriyle araştırmama katkı sağlayan Dr. Öğr. Üyesi Şaban Can ŞENAY ve Dr. Öğr. Üyesi Yunus YUMAK'a teşekkür ederim.

Beni her zaman başarılı olmak konusunda güdüleyen annem ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca kardeşlerime çalışma sürecimde verdikleri destekler için teşekkür ederim.

Beni bu yola çıkmakta cesaretlendiren ve her zaman destek veren eşim Ahmet Öz'e; varlıkları en büyük şükür sebebim olan oğullarım Hasan Yağız ve Ali'ye teşekkürlerimi sunarım.

Doktora dönemim boyunca bana BİDEB 2211-A bursu imkânı sunan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Merve ÖZ  
Ocak 2026

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU .....	vi
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu .....	5
1.2. Araştırmanın Amacı .....	5
1.3. Araştırmanın Önemi .....	7
1.4. Varsayımlar .....	8
1.5. Sınırlılıklar.....	8
1.6. Tanımlar .....	9
<b>2. ALAN YAZIN.....</b>	<b>10</b>
2.1. Geometri ve Geometri Öğretimi.....	10
2.2. Zihnin Geometrik Alışkanlıkları .....	13
2.3. Sezgisel Kural Teorisi .....	19
2.3.1. Daha fazla A daha fazla B .....	22
2.3.2. Aynı A aynı B kuralı .....	23
2.3.3. Her şey sonsuza kadar ikiye bölünebilir.....	27
2.4. Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamı .....	31
2.4.1. Teknoloji destekli öğretim.....	33
2.4.2. Karikatür.....	54
2.4.3. Matematik tarihi .....	55
2.4.4. Dijital hikâye .....	59
2.4.5. VPC (görselleştir-tahmin et-kontrol et) yaklaşımı .....	63
2.5. İlgili Araştırmalar .....	64
2.5.1. Zihnin geometrik alışkanlıkları .....	64
2.5.2. Sezgisel kural teorisi .....	67
2.5.3. Zenginleştirilmiş öğrenme.....	69
<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>78</b>
3.1. Araştırmanın Modeli .....	78
3.1.1. Karma araştırma deseni .....	78
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi .....	111
3.2.1. Örnekleme yöntemi ve gerekçesi .....	111

3.2.2. Deney ve kontrol gruplarının özellikleri .....	111
3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri .....	112
3.3.1. Sezgisel kural teorisi testi (SKTT) .....	112
3.3.2. Zihnin geometrik alışkanlıkları testi (ZGAT) .....	113
3.3.3. Yansıtıcı günlük formu .....	118
3.3.4. Yarı yapılandırılmış görüşme formu .....	118
3.3.5. Gözlem formu ve video kayıtlar .....	118
3.3.6. Web sitesinde kullanılan etkinlikler .....	118
3.4. Veri Toplama Süreci .....	124
3.4.1. Pilot uygulama süreci .....	124
3.4.2. Asıl uygulama süreci .....	124
3.4.3. Uygulama ortamı ve koşulları .....	125
3.5. Verilerin Analizi .....	125
3.5.1. Nicel verilerin analizi .....	126
3.5.2. Nitel verilerin analizi .....	129
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik .....	129
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>131</b>
4.1. Araştırmanın Nicel Boyutuna Dair Bulgular .....	131
4.1.1. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular .....	131
4.1.2. Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular .....	131
4.1.3. Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgular .....	132
4.1.4. Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin bulgular .....	133
4.1.5. Araştırmanın beşinci alt problemine ilişkin bulgular .....	133
4.1.6. Araştırmanın altıncı alt problemine ilişkin bulgular .....	134
4.1.7. Araştırmanın yedinci alt problemine ilişkin bulgular .....	135
4.1.8. Araştırmanın sekizinci alt problemine ilişkin bulgular .....	136
4.2. Araştırmanın Nitel Boyutuna Dair Bulgular .....	137
4.2.1. Araştırmanın dokuzuncu alt problemine ilişkin bulgular .....	137
4.2.2. Araştırmanın onuncu alt problemine ilişkin bulgular .....	161
4.2.3. Araştırmanın on birinci alt problemine ilişkin bulgular .....	166
4.2.4. Araştırmanın on ikinci ve on üçüncü alt problemine ilişkin bulgular .....	171
4.2.5. Araştırmanın on dördüncü alt problemine ilişkin bulgular .....	281
4.2.6. Araştırmanın on beşinci alt problemine ilişkin bulgular .....	293
<b>5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>298</b>
5.1. Tartışma .....	298
5.1.1. ZGAT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışma .....	298
5.1.2. SKTT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışma .....	304
5.1.3. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair tartışma .....	309
5.1.4. Yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair tartışma .....	311
5.1.5. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara dair tartışma .....	312

5.1.6. Video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen bulgulara dair tartışma...	316
5.2. Sonuç.....	317
5.2.1. ZGAT'den elde edilen bulgulara dair sonuçlar.....	318
5.2.2. SKTT'den elde edilen bulgulara dair sonuçlar.....	318
5.2.3. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair sonuçlar.....	319
5.2.4. Yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar.....	319
5.2.5. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar	320
5.2.6. Video kayıtları ve gözlem formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar .....	320
5.3. Öneriler.....	321
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>323</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>342</b>
<b>EK-1. ETİK KURUL BELGESİ.....</b>	<b>342</b>
<b>EK-2. ARAŞTIRMA İZİNİ .....</b>	<b>343</b>
<b>EK-3. VELİ ONAM FORMU .....</b>	<b>344</b>
<b>EK-4. KATILIMCI ONAM FORMU .....</b>	<b>345</b>
<b>EK-5. SEZGİSEL KURAL TEORİSİ TESTİ.....</b>	<b>346</b>
<b>EK-6. ZİHNİN GEOMETRİK ALIŞKANLIKLARI TESTİ .....</b>	<b>350</b>
<b>EK-7. YANSITICI GÜNLÜK FORMU .....</b>	<b>362</b>
<b>EK-8. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU .....</b>	<b>363</b>
<b>EK-9. GÖZLEM FORMU.....</b>	<b>365</b>
<b>EK-10. ÖRNEK DERS PLANI.....</b>	<b>366</b>
<b>EK-11. ZGAT'DE KULLANILAN GEOMETRİK ZİHN ALIŞKANLIKLARI.....</b>	<b>371</b>
<b>EK- 12. ÖĞRETMENLER İÇİN ÖĞRETMENLER İÇİN GEOMETRİ ALANI İHTİYAÇ ANALİZİ GÖRÜŞME FORMU .....</b>	<b>391</b>
<b>EK- 13. ÖĞRENCİLER İÇİN GEOMETRİ ALANINA DAİR İHTİYAÇ ANALİZİ GÖRÜŞME FORMU .....</b>	<b>392</b>

## TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında lise öğrencilerinin geometrik zihin alışkanlıklarının ve sezgisel kurallarının değişiminin incelenmesi başlıklı tez çalışmamın toplam **375** sayfalık kısmına ilişkin, 22/01/2026 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%12** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

23/01/2026

Merve ÖZ

Prof. Dr. Bilge PEKER

## **BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ**

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

23/01/2026

Merve ÖZ

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$|AB|$  : AB doğru parçası uzunluğu

$\widehat{ABC}$  : ABC açısı

% : Yüzde

= : Eşittir



## **Kısaltmalar**

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

Km: Kilometre

Sa: Saat

ZGA: Zihnin Geometrik Alışkanlıkları

ZGAT: Zihnin Geometrik Alışkanlıkları Testi

SKT: Sezgisel Kural Teorisi

SKTT: Sezgisel Kural Teorisi Testi

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

ÖİAG: Öğretmenler için İhtiyaç Analizi Görüşme Formu

TIAG: Öğrenciler için İhtiyaç Analizi Görüşme Formu

## ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı  
Matematik Eğitimi Bilim Dalı  
Doktora Tezi

### ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRENME ORTAMINDA LİSE ÖĞRENCİLERİNİN GEOMETRİK ZİHNİN ALIŞKANLIKLARININ VE SEZGİSEL KURALLARININ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Merve ÖZ

Geometrik problemlerin çözüm sürecinde, öğrencilerin izledikleri yollar sonuca ulaşmalarında önem taşımaktadır. Bu durum, öğrencilerin zihnin geometrik alışkanlıklarını ortaya çıkarmak ve geliştirmenin gerekliliğini göz önüne sermektedir. Problem çözüm sürecinde, mantıksal adımlar yerine sezgisel yaklaşımlar da öğrencilerin ortaya koydukları sonuçlar üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle bu sezgisel yaklaşımların farkına vararak oluşturulan öğretim ortamları öğrenme sürecini olumlu etkileyecektir. Bu çalışmada, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin zihnin geometrik alışkanlıklarına ve sezgisel kural kullanımlarına etkisi incelenmiştir. Araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda tasarım tabanlı araştırma, nicel boyutunda ise ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya Konya ili Yunak ilçesindeki bir devlet okulunun 10. sınıfında öğrenim gören 27 öğrenci katılmıştır. Araştırma kapsamında ADDIE tasarım modeli kullanılarak bir web sitesi oluşturulmuştur. Bu web sitesi animasyonlar, sanal manipülatifler, videolar, dijital hikâyeler, VPC yaklaşımı, matematik tarihi, karikatürler kullanılarak zenginleştirilmiştir. Araştırma verileri hazırlanan web sitesi, Zihnin Geometrik Alışkanlıkları Testi, Sezgisel Kural Teorisi Testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu, yansıtıcı günlük formu, gözlem formu ve video kayıtları ile toplanmıştır. Araştırma bulguları, deney ve kontrol gruplarının ön testte zihnin geometrik alışkanlıklarını yetersiz düzeyde kullandığını göstermektedir. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında deney grubu öğrencilerinin zihnin geometrik alışkanlıklarının geliştiği görülmüştür. Son testte en çok kullanılan alışkanlık, ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığıdır. Deney grubunda en az kullanılan alışkanlık özel durumlara genelleme iken kontrol grubunda değişmezleri araştırmadır. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamını içeren web sitesindeki etkinliklerden elde edilen bulgulara göre ise öğrencilerin en sık kullandıkları alışkanlık özel durumlara genelleme alışkanlığıdır. Değişmezleri araştırma alışkanlığı ise en az kullanılan alışkanlıktır. Ayrıca zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney grubu öğrencilerinin sezgisel kural kullanımını azalttığı görülmüştür. Deney grubu öğrencileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamı ile ilgili olumlu görüşler bildirdikleri görülmüştür. Öğrencilerin süreçte en çok oyunlardan memnun kaldığı da görülmüştür. Öğrenciler süreci daha sonraki yıllarda da deneyimlemek istediklerini ve bu süreçte öğretmenleriyle ilişkilerinin de geliştiğini belirtmişlerdir. Gözlem ve video kayıtlarından elde edilen bulgular, öğrencilerin sürece aktif katıldığını, süreçten memnun olduğunu ancak öğretim sürecinde sınıf yönetiminin zorlaştığını göstermiştir. Araştırma sonucunda, araştırmacılara zenginleştirilmiş öğrenme ortamının farklı sınıf düzeylerinde kullanımının farklı değişkenlere etkisini inceleyen çalışmalar yapılması önerilmiştir. Öğretmenlere de zihnin geometrik alışkanlıklarını geliştirmeye ve sezgisel kural kullanımını en aza indirmeye olanak tanıyan öğretim ortamları oluşturmaları önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zenginleştirilmiş öğrenme, Zihnin geometrik alışkanlıkları, Sezgisel Kural Teorisi, ADDIE modeli, Tasarım tabanlı araştırma.

## ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences  
Department of Mathematics and Sciences Education  
Mathematics Education Program  
Doctoral Thesis

### EXAMINATION OF CHANGE OF HIGH SCHOOL STUDENT'S GEOMETRIC HABITS OF MİND AND INTUITIVE RULES IN ENHANCED LEARNING ENVIRONMENT

Merve ÖZ

In the process of solving geometric problems, the strategies students use play an important role in reaching solutions. This highlights the need to identify and develop students' geometric habits of mind. In problem solving, intuitive approaches, in addition to logical reasoning, also play a significant role in the outcomes students produce. Therefore, instructional environments designed to make students aware of these intuitive approaches are expected to positively influence the learning process. This study examined the effects of an enriched learning environment on students' geometric habits of mind and their use of intuitive rules. A mixed-methods research design was employed. The qualitative component adopted a design-based research approach, while the quantitative component used a pretest–posttest quasi-experimental design with a control group. The participants consisted of 27 tenth-grade students from Yunak district in Konya. Within the scope of the study, a website was developed based on the ADDIE instructional design model. The website was enriched with animations, virtual manipulatives, videos, digital stories, the VPC approach, historical content related to mathematics, and cartoons. Data were collected using the Geometric Habits of Mind Test, the Intuitive Rule Theory Test, semi-structured interviews, reflective journals, observation forms, and video recordings. Research findings indicate that both the experimental and control groups used geometric habits of mind at an insufficient level in the pretest. It was observed that the geometric habits of mind of students in the experimental group improved in the enriched learning environment. The most frequently used habit in the posttest was reasoning with relationships. The least frequently used habit in the experimental group was generalizing geometric ideas, whereas in the control group it was investigating invariants. According to the findings obtained from the activities on the website that incorporated the enriched learning environment, the habit most frequently used by students was generalizing geometric ideas, while investigating invariants was the least frequently used habit. It was also observed that the enriched learning environment reduced the experimental group students' use of intuitive rules. Interviews with the experimental group students revealed that they expressed positive views about the enriched learning environment. Students reported being most satisfied with the game-based activities. They also stated that they would like to experience this process in subsequent years and that their relationships with their teachers improved during the process. Findings from observations and video recordings indicated that students actively participated in the process and were satisfied with it; however, classroom management became more challenging during the instructional process. Based on the results, researchers are encouraged to conduct further studies examining the effects of enriched learning environments at different grade levels on various variables. Teachers are also encouraged to design instructional environments that promote the development of geometric habits of mind and minimize the use of intuitive rules.

**Keywords:** Enriched learning environment, Geometric habits of mind, Intuitive Rules Theory, ADDIE Model, Design-based research

# BÖLÜM 1

## 1. GİRİŞ

Geometri, insan hayatında yeri tartışılmaz iki kavram olan cisimler ve şekiller, üzerinde çalışmaktadır. Bu kavramlar, günlük hayattaki birçok nesnenin ergonomik ve estetik yapısıyla alakalı olduğundan, geometri de günlük yaşamımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bilim ve sanatta da sıklıkla kullanılan geometri, bireylerin eleştirel düşünme becerisini ve problem çözme becerisini geliştirmektedir (Arseven, 2020). Bu bağlamda geometri, günlük hayattaki örüntü, konum, görsel kodlama, gerçek nesnelere ve bunların temsillerinin dinamik etkileşimlerinin algılanmasında önemli rol oynar (Uygan, 2016). Geometri, matematiği modeller ve görsellikle birleştirerek şekilleri zihinde daha kalıcı ve anlamlı kılmaktadır (Kobal, 2020). Geometri, öğrencilerin gerçek dünyayı algılamaları, matematiğin estetiksel biçimini fark etmeleri ve matematiği sevmelerinde önemli yere sahiptir. Geometri sanat, mimari ve müzik gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Ertekin & Ünlü, 2020). Geometri, öğrencilerin problemleri farklı bakış açılarıyla analiz ederek çözebilmelerini ve kavramlar arasında ilişki kurarak soyut kavramları daha kolay algılayabilmelerini sağlar (Filiz, 2021). Bu yönleriyle geometri, bireylerin günlük hayat ve düşünme becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır.

Geometri, diğer disiplinlerle ilişkisi ve geometrik düşünmenin nesiller arası aktarılma ihtiyacından dolayı, tüm dünyada okul matematiğinde önemli bir yer tutmaktadır (Güven & Karpuz, 2016). Ölçüm alanında yüzey ve hacim ilişkilerinin anlaşılmasında; Tamsayılar alanında koordinat düzlemi üzerinde negatif ve pozitif sayılar kullanılarak öğrencilere dört işlem becerisi kazandırılmasında; Kesirler alanında şekiller üzerinde yapılan somutlaştırmalarda; Cebir alanında koordinat düzlemi kullanılarak eğitim kavramının anlaşılmasında, koordinatlar kullanılarak dönüşümler yapılması gibi birçok konuda geometrinin etkisi görülmektedir (Van de Walle, 2007). Geometri alanı, geometrik şekilleri anlamlandırmaya dayanır. Geometrik şekiller dört temel kural üzerine kurulmuştur (Van de Walle, 2007):

1. Şekiller geometrik özellikleri yoluyla birbirinden ayrılabilir. Bu özellikler herhangi bir noktaya veya kenara dik olma, paralel olma gibi özellikler olabilir.
2. Şekiller bir düzlemde veya bir uzayda ötelenerek, simetrisi alınarak ya da döndürülerek hareket ettirilebilirler.

3. Koordinat düzlemi yoluyla şekillerin konumlarını tanımlamak mümkündür.

4. Şekilleri farklı açılardan incelemek mümkündür. Farklı açılardan görüntüler, iki ve üç boyutlu şekiller arasında bağ kurmamıza ve zihnimizde şekillerin konumunu ve boyutunu canlandırabilmemize olanak sağlar.

Geometri uzun yıllar boyunca öğrenciler tarafından hakettiği önemi yeterince görememiştir. Özellikle ortaöğretim düzeyinde öğretmenlerin birçoğu geometriyi ispat ile ilişkilendirdiği için öğrenciler ve öğretmenler açısından zor bir ders olarak nitelendirilmiştir. Ülke geneli sınavlarda ise, minimum bilgi gerektiren soruların sorulması geometriye olan ilgiyi azaltmıştır (Özen, 2015). Ancak son yıllarda bu durum değişmiştir ve geometri alanına daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu durumun temel sebepleri ise 1989'da ortaya atılan NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) standartlarının etkisi ve öğrencilerin uzamsal kavramlara dair muhakeme süreçlerini temel alan teorik çerçevelere olan ilgidir (Van de Walle, 2007). Bu gelişmeler, geometri öğretimini bilgi aktarmanın ötesine taşıyan teorik çerçevelerin doğuşunda etkili olmuştur.

Öğrencilerin geometrik kavramları algılamaları, geometrik şekillere dair uzamsal becerilerini kullanmaları ve geometrik problemleri çözüm yollarını inceleyen birçok teorik çerçeve ortaya atılmıştır. Uzamsal yetenek bileşenleri (Bishop, 1980), Geometrik beceriler modeli (Hoffer, 1981), Van Hiele düşünme düzeyleri (Van Hiele, 1986) bu çerçevelerden bazılarıdır. Bu çerçevelerden biri de zihnin geometrik alışkanlıkları (ZGA) çerçevesidir (Driscoll vd., 2007). Bu çerçeveye göre ZGA ilişki kurarak muhakeme etme, geometrik fikirleri genelleme, değişmezleri araştırma, keşfetme ve yansıtma dengesi kurma olarak sınıflandırılmaktadır. ZGA, matematik alanında tanımlanan zihinsel alışkanlıklar olup, öğrencilerin geometrik düşünme yeteneklerinin gelişimine katkı sağlar. ZGA'yı geliştiren bireyler, geometrik şekiller arasında ilişkiler kurarak etkili bir şekilde düşünebilir ve geometri problemleri üzerinde akıl yürütebilirler (Taş & Yavuz, 2020).

Öğrencilerin matematik ve geometri problemlerini çözerken çoğunlukla zihin alışkanlıklarını kullanmalarına rağmen, bu alışkanlıkları göz ardı ederek çözüme ulaştıkları durumlarla da karşılaşmaktadır. Birçok araştırmada (Akay vd., 2006; Ceylan & Karahan, 2021; Gümüş & Umay, 2017), öğrencilerin matematik problemleri çözerken bilimsel kavramlar dışında alternatif fikirler kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu alternatif fikirlerin altında çoğunlukla eğilimler yatmaktadır. Bireylerin gerçek dünyada ve günlük dilde problemleri

çözerken kullandıkları sezgisel eğilimleri matematiksel düşünme sürecine de etki etmektedir. Matematiksel düşünmede, dolaylı ve sistematik olmayan eğilimlerden bahsedilmektedir. Bu eğilimlerden biri de Sezgisel Kural Teorisi (SKT)'dir (Babai vd., 2006). SKT'ye göre öğrencilerin kullandıkları sezgisel eğilimler aynı A aynı B, daha fazla A daha fazla B, her şey sonsuza dek bölünebilir kurallarıdır. Bu kuralların kullanımını öğrencilerin öğrenme sürecinde yanlış sonuçlara ulaşmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle öğretim sürecinde sezgisel kuralların kullanımının önüne geçilmesi önem arz etmektedir.

Öğrencilerin sezgisel kuralları kullanımının önüne geçebilmek için öğrencilerin kullandıkları sezgisel kuralların farkına vararak öğretim ortamları tasarlamasının etkili olacağı düşünülmektedir. Son yıllarda öğrencilerin bireysel farklılıkları göz önünde bulundurularak, öğrenciyi öğrenme sürecinin merkezine koyan yaklaşımlara ilginin arttığı görülmektedir (Erdem, 2015). Bu yaklaşımlarda, değişen ve gelişen dünyada eğitimin gereklerine ayak uydurmak adına, zenginleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturmak önem arz etmektedir. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı, bireye, ihtiyacına uygun olacak şekilde, öğrenme ortamı ve materyali sağlar. Bu materyaller, bireyin mevcut potansiyelini geliştirmesine, yaratıcı düşünmesine, problem çözme ve akıl yürütme gibi beceriler kazanmasına olanak sağlayacak şekilde düzenlenmelidir (Uluç, 2019). Ayrıca öğrenme ortamının farklı öğrenme ihtiyacı olan bireylere hitap edecek şekilde düzenlenmesi gerekir.

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında öğrencilere çoklu gelişim imkânı sağlayan öğretim etkinlikleri sunulması esastır. Matematik dersinin kazanım, bilgi ve becerilerine uygun olarak hazırlanan öğretim etkinliklerine matematik öğretim etkinlikleri denir. Matematik öğretim etkinlikleri hazırlanırken;

- konunun veya kavramın kritik noktaları üzerinde odaklanmasına,
- görsel, işitsel ve dokunsal materyallerle desteklenmesine,
- öğrencilerin deneyimlerini kullanarak işbirlikçi öğrenme sürecine dahil olup aktif olarak bilgiyi yapılandırma olanağı elde etmelerine,
- öğrencilerin günlük hayatlarıyla ilişkili problemler üzerinde durulmasına,
- öğrencilerin başarabileceklerine dair motivasyon sağlamasına,
- öğrencilerin bilgiyi ezberlemek yerine anlamlandırarak ve sorgulayarak kalıcı öğrenme fırsatı sağlamasına dikkat edilmelidir (Uğurel vd., 2010).

Gelişen ve değişen toplumumuzda öğretim etkinliklerinin yalnızca kâğıt-kalem ortamında veya somut olarak sunulması çağın gereklerine uymamaktadır. Toplumların ilerleyebilmesi için araştıran, sorgulayan, başarıyı hedefleyip güçlü adımlarla hedefine ilerleyen bireylere ihtiyacı vardır. Toplumun ihtiyacı olan bireylerin yetişmesi için ise ezberci ve çağdışı bir eğitim araçları yerine çağın gereklerine uygun, dinamik araçlara ihtiyaç duyulmaktadır (Bintaş & Bağcıvan, 2007). Günümüzde, öğrenme ortamlarında teknolojiyi etkin şekilde kullanmak bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamları, özellikle teknoloji tabanlı veya destekli öğrenme ortamlarıyla desteklenirse, öğretimin öğrenciler üzerindeki etkisini artırabilir. Bilgi teknolojileri ile karmaşık yapı ve kavramlar görsel temsiller yoluyla somutlaştırılabilir. Hesap makineleri, dinamik yazılımlar ve çeşitli programlar yoluyla veriler toplanıp kaydedilebilir, düzenlenebilir ve grafik çizimleri yapılabilir (Wachira & Keengwe, 2011). Tüm bu özellikler öğrenme ortamına bilgi teknolojilerinin entegre edilmesini gerekli kılmaktadır.

Bloom'un bilişsel basamaklarına göre bireyin zihninde canlandırdığı bir şekli kâğıda dökebilmesi en üst düzey bilişsel beceridir. Bu bağlamda bilişsel anlamda üst düzey becerileri olan bireyler üreten, keşfeden ve bu sayede topluma daha faydalı olma eğiliminde olan bireylerdir. Teknoloji ile zenginleştirilmiş geometri öğretimi, benzer şekilde bireylere olayların sonuçlarını yordama, ispat yapma ve yeni ürünler ortaya koyma konularında ışık tutmaktadır. Böylelikle bireyler yeniliklere açık ve olanakları etkin şekilde kullanabilecek özelliklere sahip olacaklardır (Ağırman Aydın & Küçük Demir, 2020).

Teknolojiyi geometri öğretimine entegre etmek yalnızca teknolojik ürünleri geometri öğretiminde kullanmayı değil; aynı zamanda geometri öğretiminde kullanılacak teknolojik ürünler oluşturmayı da kapsamaktadır. Nitekim Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli "*Bilim ve teknolojinin üretici ve yöneticisi olan, dijital yetkinliğe ve hayat boyu öğrenme kültürüne sahip fertler yetiştirmek hedeflenir*" (MEB, 2024) ilkesinde bu durumun öğrenme sürecindeki hedeflerden biri olduğu görülmektedir. Geometri öğretiminde kullanılacak teknolojik ürünleri tasarlamak için öğretim tasarımı modelleri kullanılabilir. ASSURE modeli, ADDIE modeli, Dick, Carey ve Carey modelleri gibi modeller kullanılacak öğretim tasarımı modellerindedir. Bu modellerden ADDIE modeli analiz et, tasarla, geliştir, uygula ve değerlendir aşamalarından oluşan bir modeldir (Kıyak vd., 2020). Modelde ihtiyaç analizi yapılarak tasarıma başlanması ve tasarım aşamalarının döngüsel olarak sürekli gelişime açık olması esastır.

## 1.1. Problem Durumu

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları öğrenci merkezli ve öğretmenin rehber konumunda olduğu öğrenme yaklaşımlarını benimsemektedir. Buna göre, öğrencilerin farklı ön bilgi, deneyim, öğrenme stili ve hızına sahip oldukları göz önünde bulundurulmalı ve öğretmenler bu süreci tasarlayan tasarım uzmanları olmalıdırlar. Bu tasarım sürecinde; video, animasyon, sunum gibi teknolojik öğretim araçları sürecin önemli bir parçasıdır (MEB, 2024). Oysaki yapılan çalışmalar, ülkemizin teknolojiyi eğitime entegre etmede geri kaldığını göstermektedir (Akpınar vd., 2021; Döğler, 2016). Bu nedenle eğitim sürecinde teknolojik ürünlerin oluşumunu ve kullanımını inceleyen çalışmalara gerek duyulmaktadır. Literatür incelendiğinde; matematik alanında teknolojik öğretim araçlarının kullanımını ele alan birçok çalışmanın olduğu (Ersoy, 2005; Cumhuriyet, 2025; Hacıömeroğlu, 2019; Vanslyke-Briggs vd., 2015; Villarreal vd., 2018); ancak yapılan araştırmaların bir ya da birkaç öğretim aracını kapsadığı (Bedeloğlu, 2016; Çakıroğlu, 2014; Randolph vd. 2013) ve öğrencilere zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı sunan araştırmaların az sayıda olduğu (Körükçü & Şengül, 2017; Uluç & Gündoğdu, 2020) görülmüştür. Literatürdeki eksiklikleri gidermek adına zenginleştirilmiş öğrenme ortamı sunan ve bu ortamı farklı çerçevelerden irdeleyen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Öğrenme ortamları, farklı yollarla ve farklı hızlarla öğrenen birçok öğrenciyi barındırır. Bu öğrencilere aynı araçların kullanılması yoluyla sunulan öğretim yöntemlerinin her öğrenciyeye aynı oranda etki etmesi beklenemez. Bu nedenle öğrenme ortamlarının birden fazla duyu organına hitap edecek ve farklı öğretim teknikleriyle öğrenen öğrencileri de sürece katacak şekilde tasarlanmaları gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, bu çalışmada ADDIE öğretim tasarımı kullanılarak öğrencilere her öğrenciyi sürece katacak zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı sunacak bir web sitesi oluşturulmuştur. Bu web sitesinin öğrencilerin ZGA'sına ve sezgisel kural kullanımına etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda MEB (2018) öğretim programına göre 10. Sınıf müfredatına dahil olan Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularının kazanımları esas alınarak bu araştırmanın problem cümlesi;

“Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 10. sınıf öğrencilerinin Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularında ZGA'ya ve sezgisel kural kullanımına etkisi nasıldır? Deney grubundaki öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamına yönelik görüşleri nelerdir?”

olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın alt problemleri ise;

1. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğrenme ortamının kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin “Zihnin Geometrik Alışkanlıkları Testi (ZGAT)” ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin “ZGAT” son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Kontrol grubu öğrencilerinin “ZGAT” ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubu öğrencilerinin “ZGAT” ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin “Sezgisel Kural Teorisi Testi (SKTT)” ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
6. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin “SKTT” son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Kontrol grubu öğrencilerinin “SKTT” ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Deney grubu öğrencilerinin “SKTT” ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
9. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin “ZGAT” ön ve son testlerinde kullandıkları ZGA ve alt alışkanlıkları nelerdir?
10. Kontrol grubu öğrencilerinin “SKTT” ön ve son testlerinde kullandıkları sezgisel kurallar nelerdir?
11. Deney grubu öğrencilerinin “SKTT” ön ve son testlerinde kullandıkları sezgisel kurallar nelerdir?
12. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde ZGA ve sezgisel kural kullanımları nasıldır?
13. Deney grubu öğrencilerinin uygulama süresince, uygulamaya yönelik yansıtıcı görüşleri nelerdir?
14. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında, uygulamaya yönelik görüşleri nelerdir?

15. Deney grubu öğrencilerinin uygulama esnasında video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen sonuçlar nelerdir?

şeklindedir.

### 1.3. Araştırmanın Önemi

Eğitimin açık ve gizil olmak üzere birçok amacı bulunmaktadır. Eğitimin amaçlarından ve en önemlilerinden biri de bireyi hayata hazırlamaktır. Bireylerin yaşamının her alanında kullanacakları problem çözme, karar verme ve eleştirel düşünme becerileri Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde üst düzey öğrenme becerileri olarak ele alınmıştır. Programda üst düzey öğrenme becerilerinin bireyin bilgiyi yapılandırarak her alanda kullanmasına olanak tanıdığı belirtilmektedir. Bu nedenle bu becerilerin geliştirilmesi için öğretmenlerin öğrenme-öğretme ortamlarını düzenlemeleri gerektiği vurgulanmaktadır. Öğrencilerin düşünme süreçlerini ortaya koyan problemlere yer verilen, pekiştiricilerin öne çıktığı öğrenme ortamlarının öğrenme sürecinde etkili olacağı düşünülmektedir (MEB, 2024). Ayrıca bu model, öğretim sürecinde bireyin performansını en üst düzeyde ortaya çıkarabilmek için farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasını da desteklemektedir. Bu nedenle, bu çalışma, ADDIE tasarım modeline göre tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamının Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında açıklanan öğretim programına uyumlu olması ve farklı öğrenme hızında, stilinde olan öğrencilere hitap edebilmesi açısından önem arz etmektedir.

ZGA çerçevesi, öğrencilerin geometrik problemleri çözerken izledikleri yolları göz önüne sermekte etkilidir. Literatür incelendiğinde zihin alışkanlıkları kavramı ile ilgili çalışmalara sıklıkla rastlanırken (Cuoco vd., 1996; Campbell, 2006; Costa & Kallick, 2009; Elsayed vd., 2025); ZGA kavramı ile ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır (Bülbül & Güler, 2021; Özdemir & Çekirdekçi, 2022). Bu durumun bu alanda yapılacak yeni çalışmaları gerekli kıldığı düşünülmektedir.

Öğrenciler bir probleme çözüm üretirken bazen, yalnızca zihinlerinde doğru kabul ettikleri sezgisel yanıtları kullanırlar. Muhakeme becerilerini kullanmadan yalnızca sezgisel olarak sundukları bu yanıtlar öğrencilerin yanlış öğrenmelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle bu sezgisel yanıtların farkında olarak bu yanıtların önüne geçmek öğretim sürecine olumlu bir etkide bulunacaktır. Ancak literatür incelendiğinde öğrencilerin sezgisel kurallarını ortaya çıkaran çalışmaların çok sınırlı olduğu ve bu çalışmaların genellikle aynı araştırmacılar

tarafından yapılan farklı araştırmalar olduğu görülmektedir (Babai vd., 2006; Barahmand, 2022; Stavy & Tirosh, 1996; Tsamir, 2005). Sezgisel kuralların öğrenme sürecinde kullanımının önüne geçmek için bu kavrama daha çok dikkat çekecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmanın önemli bir yanı ise literatürde var olan eksiklikleri kapatabilecek noktalara değiniyor olmasıdır. Tüm bu durumlar göz önüne alındığında, araştırmanın öğrencilerin geometri dersini farklı bir bakış açısıyla görmelerinde etkili olacağı ve bu alanda araştırmacı ve öğretmenlere ışık tutabileceği düşünülmektedir.

#### **1.4. Varsayımlar**

Araştırmaya dair varsayımlar şu şekildedir:

- Veri toplama araçlarında yer alan sorulara öğrencilerin verdikleri yanıtların doğru ve samimi olduğu varsayılmıştır.
- lme araçlarının kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla alınan uzman görüşlerinin yeterli olduğu kabul edilmiştir.
- Öğrencilerin ZGA ve sezgisel kural kullanımlarında meydana gelen değişimlerin, uygulanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamına bağlı olduğu; bu değişimlerin srec dışı faktörlerden minimal düzeyde etkilendiği varsayılmıştır.

#### **1.5. Sınırlılıklar**

Bu araştırma;

- 2023-2024 eğitim-ğretim yılında, Konya ili Yunak ilçesindeki bir devlet okulunun 10. sınıfında öğrenim gören 27 ğrenci ile ve 13 haftalık uygulama süreci ile sınırlıdır.
- MEB (2018) Ortaöğretim 10. sınıf ğretim programında yer alan geometri kazanımları ile sınırlıdır.
- Uygulama süreci, ADDIE ğretim tasarımı modelinin beş aşaması doğrultusunda yürütülmüş ve bu ereve ile sınırlı tutulmuştur.
- Geliştirilen dijital öğrenme ortamı, kullanılan video, animasyon, karikatür ve sanal manipülatif tasarlama araçlarının teknik kapasitesi ve içerik üretim imkanları ile sınırlıdır.

- Araştırma “ZGAT”, “SKTT”, yansıtıcı günlük formu, yarı yapılandırılmış görüşme formu, video kayıtları ve gözlem formundan elde edilen verilerle sınırlıdır.

## 1.6. Tanımlar

**ZGA düzeyi:** ğrencilerin Bülbül (2016) tarafından oluşturulan ZGA Puanlama Cetveli’nden elde ettikleri puandır. Bu cetvele göre ğrencilerin ZGA düzeyi kullandıkları ZGA oranı ve doğru çözüm yoluna ulaşıp ulaşamamasına göre değişim göstermektedir.

**Sezgisel kural kullanımı:** ğrencilerin Stavy ve Tirosh (2000) tarafından ortaya atılan kuralları kullanım düzeyleridir. Öğrencilerin lme araçlarına verdikleri yanıtlar bu kurallara göre sınıflandırılmıştır.

**Zenginleştirilmif ğrenme ortamı:** ğrencilerin dikkatini çekme, bilgilerin kalıcılığı sağlama ve birden çok duyuya hitap etme amacıyla tasarlanan öğrenme ortamlardır (MEB, 2024).

**Tasarım tabanlı araştırma:** Araştırmacı ve katılımcıların iş birliği içinde *analiz*, *tasarım*, *geliştirme* ve *uygulama* süreçlerini gerçek ortamda geliştirdikleri esnek ve sistematik araştırma yöntemidir (Wang & Hannafin, 2005).

**ADDIE ğretim tasarımı:** Analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşan tasarım modelidir (Muruganatham, 2015).

## BÖLÜM 2

### 2. ALAN YAZIN

Bu bölümde geometri öğretimi, geometrik düşünme ve ZGA kavramlarına değinilmiş, zenginleştirilmiş öğrenme ortamı ve zenginleştirme türlerinden bahsedilmiştir. ZGA, SKT ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına dair teorik çerçeveler açıklanarak literatür taramasına yer verilmiştir.

#### 2.1. Geometri ve Geometri Öğretimi

Geometri “nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzaysal şekiller ve bunlar arasındaki ilişkileri konu alan ve geometrik şekillerin uzunluk, çevre, alan ve hacmini ölçmekte” kullanılan bir bilim dalıdır (Baykul, 2022). “Geo” ve “metry” kelimelerinin birleşimiyle oluşan geometri kelimesi yeryüzünün ölçümü anlamı taşımaktadır. Tarihçesi M.Ö. 3000’li yıllara dayanan geometrinin, Sümerler, Mısırlılar ve Babilliler tarafından kullanıldığı bilinmektedir (Ağırman Aydın & Küçük Demir, 2020). Tekerleğin icadından sonra  $\pi$  (pi) sayısı keşfedilmiş ve bu sayı daha sonra birçok matematikçinin üzerinde çalıştığı bir kavram haline gelmiştir. M.Ö. 300lü yıllarda Euclid “Elementler” adlı eserinde, uzun yıllar güncelliğini koruyan ve günümüzde halen kullanılan, düzlem geometrisinin temelini atmıştır (Baykul, 2020).

Geometri 4 ana fikir üzerine kuruludur (Sinclair vd., 2012):

1. Diyagramsız geometri olmaz. Diyagramlar, düşünmek ve iletişim kurmak için kullanılan araçlardır. Diyagramlar, bireylerin sözel olarak ifade edemedikleri durumlarda kullanılabilirler. Diyagramlar, bireylerin uzamsal düşüncelerini geliştirmelerine yardımcı olur.
2. Geometri her ne kadar teoremlerle ilgili olarak görülse de değişkenlik ve değişmezlik ile ilgilidir. Her ne kadar durağan görünse de geometri dinamik bir süreçtir.
3. Geometrinin temelinde tanımlarla çalışmak vardır.
4. Geometride ispat aşamasının son noktası yazılı ispattır. Bu süreçte karşı örnekler önemlidir.

Geometrinin amaçları, 4 başlık altında toplanmıştır (Van de Walle, 2007):

1. Şekiller ve Özellikleri: Geometri, şekillerin iki ve üç boyutlu özelliklerinin yanı sıra bunlar arasındaki ilişkileri de incelemektedir.
2. Dönüşüm: Geometri nesnelerin öteleme, yansıma, dönme gibi dönüşümlerini incelemektedir.
3. Konum: Geometri nesnelerin düzlemde veya uzayda nasıl konumlandırıldığı incelemektedir.
4. Görselleştirme: Şekillerin tanınması, özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra şekillerin farklı perspektiflerden görünüşünü incelemek de geometrinin amaçlarındandır.

Baki'ye (2020) göre geometri alanının amacı, düzlemsel veya üç boyutlu nesnelerin özelliklerini tanıma, aralarındaki ilişkileri keşfetme, geometrik yeri tanımlama, dönüşümleri ifade etme, geometrik hipotezleri ispat etmek olarak özetlenebilir.

İnsanın dünyaya gelişiyle birlikte geometri ile ilişkisi de başlar ve bu ilişki zamanla artarak devam eder (Kaçar, 2019). Bireyler çevresinde gördükleri geometrik şekilleri inceleyerek benzer ve farklı yönlerini keşfederler. Bu keşifler, bireyin ailesinden duyduğu ve öğrendiği geometrik kavramlar ile şekillenmeye başlar ve okulda aldığı formal eğitimle devam eder (Başışik, 2010). Lise düzeyine geldiğinde ise geometri öğretiminde ölçüsel geometri ve ölçü dışı geometri iç içedir. Ölçüsel geometri alan, çevre, uzunluk gibi ölçümleri yapmayı kapsarken, ölçü dışı geometri tanım, teorem, geometrik yer kavramları üzerinde çalışır (Baki, 2020).

Bireyler, iç içe oldukları halde, geometrik şekillerin ve ilişkilerin farkında olmayabilirler. Ayrıca birey, geometriyi yalnızca şekiller ve estetikle alakalı bir alan olarak yorumlayarak gereksiz görebilmektedir. Bu durum, geometri öğretiminin sistematik olarak düzenlenmemesi ve bilimselliğin göz ardı edilmesine yol açmaktadır (Korucu, 2009). Bu bağlamda, geometri öğreniminde, bireylerin duyuşsal açıdan deneyimlerini kullanmaları geometriye karşı farkındalıklarını artıracaktır (Sağlık, 2007). Geometri öğretiminde, uygun aktiviteler, somut ve etkileşimli materyaller kullanılarak; öğretmen rehberliğinde öğrenciler şekilleri ve bu şekiller arası bağlantıları kavrayabilirler (Başışik, 2010). Ayrıca geometri öğretiminde öğretmenlerin zengin matematiksel anlayışa sahip olmaları gerekmektedir. Zengin matematiksel anlayış, öğretmenlerin görev seçme, materyal seçme, öğrencilerin fikirlerini sorgulayıp destekleme ve çalışmalarının kalitesini değerlendirme gibi konularda rehberlik

etmelerine katkı sağlar (Sinclair vd., 2012). Tüm bu unsurlar geometri öğretiminde bilişsel ve duyuşsal bileşenlerin önemini ortaya koymaktadır.

Ülkemizde 2005-2006 yılından itibaren öğretim programları yapılandırmacı sisteme dayanarak oluşturulmuş ve uygulanmıştır. Yapılandırmacılık esasına dayanarak hazırlanmış programlarda öğrenci başarısı bir sonuç değil süreçtir (Sağlık, 2007). Burada öğrencinin sadece hangi kazanımı ne ölçüde kazandığı değil; süreç boyunca ne kadar geliştiği de önem taşımaktadır. Bu nedenle değerlendirme süreci, testler ve sınavların yanı sıra ürün dosyaları, performans değerlendirme ölçekleri ve kontrol listeleri gibi farklı duyuşsal ve bilişsel değerlendirme araçları kullanılarak yapılabilir (Sağlık, 2007). Böylelikle öğrencinin gelişimi kapsamlı bir şekilde incelenebilmektedir.

Günlük hayatta problem çözerken birtakım alışkanlıklarımızı kullanırız. Bu alışkanlıklar, problemlere nasıl yaklaştığımızı ve hangi adımları attığımızı belirler. Bireyin problemle karşılaştığında kullandığı alışkanlıkları problemin çözümünde önemli yer tutar (Baki, 2020). Nitekim geometri öğretiminde iki temel hedef bulunmaktadır ve bu hedefler birbiriyle iç içe geçmektedir. Bu hedefler öğrencilere öğretim programında yer alan kazanımları edindirmek ve geometrik düşünme becerisini kazandırmaktır (Karakarçayıldız, 2016). Geometrik düşünme alışkanlıkları bu bağlamda büyük önem taşımaktadır.

Geometrik düşünme, temel olarak geometrik kavramları, şekilleri ve ilişkileri analiz ederek matematiksel problemleri çözmek için kullanılan bir düşünme biçimidir (Van de Walle, 2007). Duval (1999), geometrik düşünmeyi görselleştirme, oluşturma ve muhakeme gibi bilişsel becerilerin bir araya gelmesiyle, geometrik şekillerin algısal süreçlerle analiz edilmesi olarak ifade etmiştir.

Geometrik düşünme sadece geometrik düşüncelerle sınırlı kalmayıp bu düşünceler üzerinde akıl yürütme, ilişki kurma ve bu ilişkilerden sonuç çıkarma yeteneğine dayanmaktadır. Geometrik düşünme yoluyla bireyler günlük hayattaki geometrik ölçümleri kolaylıkla yapabileceklerdir (Özen, 2015). Geometrik düşünme, matematikte her branş için kesin bir gerekliliktir (Cuoco vd., 1996). Geometrik düşünme sürecinde sistematik olarak kullanılan alışkanlıkları sınıflandırmak bireylerin geometrik düşünme süreçlerini algılamamızda yardımcı olacaktır. Geometrik düşünme alışkanlıklarını üç kategoride incelemek mümkündür: görsel, analitik ve bütüncül. Görsel alışkanlıklara sahip bireyler, problemleri görseller oluşturarak ve verileri somutlaştırarak çözebilirler. Analitik düşünme alışkanlığına sahip bireyler, problemleri

tanımlar, teoremler, formüller ve geometrik ilişkiler yoluyla çözebilirler. Bütüncül düşünme alışkanlığı olan bireyler ise, hem görseller ve somut nesnelere kullanarak hem de teorem, formül vs. kullanarak problemleri çözebilirler (Baki, 2020). Bu düşünme biçimlerinin geliştirilmesi ve dengeli bir şekilde kullanılması öğrencilerin geometrik problemleri çözmelerinde etkili olacaktır.

## 2.2. Zihnin Geometrik Alışkanlıkları

Şekiller arasındaki ilişkileri inceleyen geometri alanında, geometrik düşünmenin önemli bir yeri vardır (Güven & Karpuz, 2016). Geometrik düşünme sürecine dair pek çok çerçeve önerilmiştir. Bunlardan biri de Driscoll vd.'ne (2007) ait olan ve Geometrik Düşüncenin Geliştirilmesi (Fostering Geometric Thinking) isimli çalışma ile ortaya atılan ZGA çerçevesidir. Bu çerçevenin temeli Goldenberg'in (1996) "Habits of Mind: As an Organizer for the Curriculum" çalışmasında değindiği geometrik düşünme kavramına dayanmaktadır. Bu çalışmada geometrik düşünme alışkanlığı olan bireylerin genel özellikleri verilse de ZGA çerçevesinin en kapsamlı hali Driscoll ve arkadaşlarının çalışmalarıyla ortaya konmuştur (Erşen, 2018). Driscoll vd. (2007), bu çerçeve bağlamında, geometrik problemleri çözüm sürecinde kullanılan alışkanlıkları ZGA olarak tanımlamışlardır. Bu çerçeveye göre geometrik düşünme alışkanlıkları şunlardır:

- *İlişki kurarak muhakeme etme alışkanlığı*
- *Geometrik fikirleri genelleme*
- *Değişmezleri araştırma*
- *Keşfetme ve yansıtma dengesi kurma*

**İlişki kurarak muhakeme etme alışkanlığı:** Geometrik nesnelere arasında ilişkiyi keşfetme ve bu ilişkileri problem çözümünde kullanabilme sürecidir. Bunun için "*Benzer ve farklı yönler nelerdir?*", "*Benzerlikler ve farklılıklar hangi yollarla bulunabilir?*" ve "*Bir şekil üzerinde hangi değişiklikleri yaparsam diğer şekil elde edilebilir?*" gibi sorular yöneltilmektedir (Driscoll vd., 2007).

Bu bileşene ait alt sorular şunlardır (Erşen, 2018; Özen, 2015):

- Bu şekillerin birbirine benzer yönleri var mıdır, nelerdir?
- Bu benzerlikleri kaç farklı yolla ortaya çıkarabilirim?
- Bu şekillerin birbirinden farklı yönleri var mıdır, nelerdir?

- Bu farklılıkları nasıl yorumlayabilirim?
- Bu nesneyi diğerine nasıl benzetebilirim?
- Tanıma uygun başka şekiller bulabilir miyim?

İlişki kurarak muhakeme etme bileşeni, farklı şekiller arasındaki veya bir şeklin alt şekilleri arasındaki benzerlik ve farklılık ilişkilerine odaklanır. Tablo 2.1.'de, ilişki kurarak muhakeme etme bileşenine ait göstergeler verilmiştir (Özen, 2015):

**Tablo 2.1.** İlişki kurarak muhakeme etme bileşenine ait göstergelerin tablosu.

<b>İlişki Kurarak Muhakeme Etme Alışkanlığı</b>	<b>Göstergeler</b>
<i>Bağımsız şekillere odaklanıldığında</i>	<i>İki ya da daha fazla geometrik şekli bazı ortak özelliklerini sayarak karşılaştırma yoluyla (Problemlerle ilgili ya da ilgisiz olan),</i>
	<i>İki ya da daha fazla geometrik şeklin tüm ortak özelliklerini sayarak (problemlerle ilişkili) karşılaştırma yoluyla,</i>
	<i>İki ya da daha fazla geometrik şekli, ortak olmayan özelliklerini belirleyerek, karşılaştırma yoluyla,</i>
<i>Tek bir şekildeki parçalar arasındaki ilişkilere odaklandıklarında</i>	<i>İki ya da daha fazla geometrik şekli kendisine ait tek boyutlu, iki boyutlu ya da üç boyutlu bileşenlerinin ilişkilerini göz önünde bulundurarak karşılaştırma yoluyla yapılır.</i>
	<i>Geometrik şeklin içinde bulunan alt şekillerin farkına varma ve bunları ilişkilendirme yoluyla,</i>
<i>İlişkilere odaklanmak için özel muhakeme becerilerini kullandıklarında</i>	<i>Bir geometrik şeklin içindeki alt şekilleri oluşturma yoluyla,</i>
	<i>Tek bir geometrik şeklin parçasıymış gibi görünen iki geometrik şekli fark ederek ilişkilendirme yoluyla yapılır.</i>
<i>İlişkilere odaklanmak için özel muhakeme becerilerini kullandıklarında</i>	<i>İki ya da daha fazla geometrik şekil hakkında orantısız muhakeme yapma yoluyla,</i>
	<i>Geometrik şekilleri ilişkilendirmek için simetriden yararlanma yoluyla yapılır.</i>

**Geometrik fikirleri genelleme:** Bir geometrik şekil veya nesne üzerinde gerçekleşen bir olayın, tüm durumlarda geçerli olup olmadığını araştırma sürecidir (Driscoll vd., 2007). Bu alışkanlığı kullanan bir öğrenci, özel bir durumdan yola çıkarak genel bir yargıya ulaşabilir (Baki, 2020). Öğrencinin bu alışkanlığı kullanırken “*Bu durum her zaman oluyor mu? Oluyorsa bunun nedeni nedir? Geçerli olmadığı örnekler bulabilir miyim?*” gibi sorular sorması gerekmektedir (Driscoll vd., 2007). Bu bileşen şu adımları içerir (Özen, 2015):

- “Her” ve “kaç” ifadelerine odaklanan hipotezler oluşturur.
- Bunları test eder ve bu hipotezlerden sonuç çıkarır.
- Sonucu destekleyen bir savunma oluşturur.

Bu bileşene dair alt sorular şunlardır (Erşen, 2018; Özen, 2015):

- Bu durum her zaman geçerli mi?
- Her zaman geçerliyse neden geçerli?
- Bu durumun geçersiz olduğu durumlar var mıdır?
- Geçersiz durumları kullanırsam, genellememi nasıl yapabilirim?
- Bu durum diğer boyutlara uygulanabilir mi?
- Bu tanıma uygun olan tüm durumları ve örnekleri bulabilir miyim?

Tablo 2.2.’de, geometrik fikirleri genelleme bileşenine ait göstergeler verilmiştir (Özen, 2015):

**Tablo 2.2.** Geometrik fikirleri genelleme bileşenine ait göstergelerin tablosu.

<b>Geometrik Fikirleri Genelleme Alışkanlığı</b>	<b>Göstergeler</b>
<i>Tanıdık durumlar ya da bilinen sonuçlardan çözümler aradıklarında</i>	<i>Konuyla ilişkili özel durumları göz önünde bulundurma yoluyla,</i>
	<i>Uygun diğer bazı örnekler için özel durumların ilerisini görmeye çalışmak yoluyla,</i>
	<i>Henüz tanımlanmış bir durumdaki değişen özelliklerle yeni durumlar üretmek yoluyla,</i>
	<i>Nasıl oluşturacağını bilmediği halde başka çözümler de olabileceğini sezme yoluyla yapılır.</i>
<i>Varsayılan sadeleştirme durumlarını kullanarak çeşitli çözümler aradıklarında</i>	<i>Sınırlandırılmış bir küme göz önünde bulundurulduğunda verilen koşulların sonsuz bir kümede geçerli olduğunu fark etme yoluyla,</i>
	<i>Sonsuz ve sürekli olarak çeşitlenen ancak kümeyi sınırlandıran durum kümelerini görme yoluyla,</i>
	<i>Küme hakkında yanlış bir sonuca varma yoluyla yapılır.</i>
<i>Tam bir çözüm kümesi ya da genel kural aradıklarında</i>	<i>Çözüm kümesinin tamamını görme ve neden daha başka çözüm olmayacağını açıklama yoluyla,</i>
	<i>Bir geometrik şekil sınıfı için evrensel bir kural belirleme yoluyla,</i>
	<i>Geniş bağlamda problemleri ya da kuralları belirleme yoluyla yapılır.</i>

**Değişmezleri araştırma:** Geometrik bir şeklin duruşu, görünüşü vs. değiştiğinde hangi özelliklerinin sabit kalıp hangilerinin değiştiğini araştırma sürecidir (Baki, 2020). Bu alışkanlık kullanılırken “*Şekilde neler değişti? Neden değişti?*”, “*Neler değişmedi? Neden değişmedi?*” gibi sorular sorulabilir (Driscoll vd., 2007).

*Değişmez* kavramı, bir şekilde diğer durumlar değiştiğinde değişmeyen ve aynı kalan özellikleri temsil eder. Değişmezler uzunluk, alan, çevre, açı ve hacim gibi özellikler olabilir. Bu bileşeni sıklıkla kullanmak, öğrencilere bir şekil üzerinde yaptıkları değişimler ve sonuçları üzerinde düşünme alışkanlığı kazandıracaktır (Özen, 2015).

Değişmezleri araştırma bileşenine dair alt sorular şunlardır (Erşen, 2018; Özen, 2015):

- Şekli ya da şekle ait parçayı oradan buraya nasıl taşıyabiliriz?

- Yapılan işlem sonucunda ne değişti? Neden?
- Yapılan işlem sonucunda ne sabit kaldı? Neden?
- Şekle hangi dönüşümü uygularsam diğer şekle benzer?
- Şekle defalarca aynı dönüşümü uygularsam ne olur?

Tablo 2.3.' te, değişmezleri araştırma bileşenine ait göstergeler verilmiştir (Özen, 2015):

**Tablo 2.3.** Değişmezleri araştırma bileşenine ait göstergelerin tablosu.

Değişmezleri Araştırma Alışkanlıkları	Göstergeler
Dinamik düşünmeyi kullandıklarında	<p><i>Statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla,</i></p> <p><i>Bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla,</i></p> <p><i>Dönüşümün etkilendiği birçok durum oluşturma ve ortak özellikleri arama yoluyla,</i></p> <p><i>Bir noktayı ya da şekli sürekli olarak hareket ettirmenin yapacağı etkiyi düşünme ve bir noktadan diğerine gerçekleşen değişiklikleri tahmin etme yoluyla,</i></p> <p><i>Dönüşüm altındaki sınırlı durumları ve uç durumları göz önünde bulundurma yoluyla yapılır.</i></p>
Etkilerin kanutlarını kontrol etmede	<p><i>Dönüşüm uygulanan her şeyin değişmeyeceğini sezme yoluyla,</i></p> <p><i>Belirli bir dönüşüm her uygulandığında aynı etkiyi gerçekleştireceğinin farkına varma yoluyla,</i></p> <p><i>Bir dönüşüm uygulandığında değişmezleri fark etme ve bunların neden değişmez olduğunu açıklama yoluyla yapılır.</i></p>

**Keşfetme ve yansıtma dengesi kurma:** Keşfetme, bireyin bir probleme çözüm yolu üretmesi iken; yansıtma, bu çözüm yolunun doğruluğunu geriye dönük olarak sürekli kontrol ederek ilerlemesidir. Bu alışkanlık sürecinde öğrencilerin “Sağlama yapsam ne olurdu? Bu yaptığım işlemde yapılan tam olarak nedir?” gibi sorular sorması gerekmektedir (Driscoll vd., 2007).

Öğrenme sürecinde ortaya atılan bir hipotez ile desteklenen keşifler ve bu keşifler sonucunda elde edilen çıkarımlar arasında bir bağ kurmak önem arz etmektedir. (Özen, 2015). Keşfetme ve yansıtma dengesini kurabilen öğrenciler, öğrenme sürecinde eylemlerinin sonuçları hakkında kestirim yapabilirler.

Bu bileşene ait alt sorular şunlardır (Erşen, 2018; Özen, 2015):

- Tersten düşünürsem sonuç ne olur?
- Yaptığım eylemin amacı nedir?
- Probleme ait bir resim çizersem ya da çıkarırsam, ne gibi sonuçlar elde ederim?
- Problemi çözerken attığım ilk adımların problemi çözmeme katkısı nedir?
- Nasıl bir sonuç bulmayı planlıyorum?
- Çözümü kolaylaştırmak için hangi ara adımları kullanabilirim?

Tablo 2. 4.'te, keşfetme ve yansıtma dengesi kurma bileşenine ait göstergeler verilmiştir (Özen, 2015):

**Tablo 2.4.** Keşfetme ve yansıtma dengesi kurma bileşenine ait göstergelerin tablosu.

<i>Keşfetme ve Yansıtma Dengesi Kurma Alışkanlığı</i>	<i>Göstergeler</i>
<i>Keşfi ön plana aldıklarında</i>	<i>Sezgileri ya da tahmin etme sayesinde çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla, Düzenli durum değerlendirmeleri yaparak çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla, Önceki benzer durumları göz önünde bulundurma yoluyla, Bir durum, bir koşul ya da bir geometrik şeklin bazı özelliklerini değiştirme veya değişiklikleri göz önünde bulundurma yoluyla yapılır.</i>
<i>Amaçları ön plana aldıklarında</i>	<i>İlerlemenin bir kaldırım taşı olarak periyodik olarak büyük resme dönme yoluyla, Hedefe ulaşmayı sağlayacak ara adımları belirleme yoluyla, Final durumunun neye benzediğini açıklayabilme yoluyla, Çözüm hakkında nedenleri bilinen varsayımlar yapma, varsayımları test edecek yollar yaratma yoluyla yapılır.</i>

Driscoll vd.'nin (2007) ortaya attığı bu çerçeve kullanılarak öğrencilerin problem çözme sürecinde farklı çözüm yollarına teşvik edilmesi, elde edilen bilgilerin düzenlenmesi ve matematiksel iletişim becerilerinin güçlendirilmesi sağlanabilir. Öğrencilere fikirlerini ifade etme, savunma ve kendi düşüncelerini değerlendirme imkânı sunularak bu becerilerin geliştirilmesi sağlanabilir (Uluç, 2019). Böylelikle öğrenciler düşüncelerini ortaya atarak bunlar hakkında yorum yapabileceklerdir.

ZGA birtakım özelliklere sahiptir. Bu özellikler şöyle sıralanabilir (Bozkurt & Koç, 2016):

- ZGA arasında doğrusal bir ilerlemeyi gerektiren hiyerarşik ilişki bulunmamaktadır.
- ZGA arasında sarmal bir yapı yoktur; yani bir alışkanlık diğerini kapsamak zorunda değildir.
- Bir problemin çözümünde bir veya daha fazla geometrik zihin alışkanlığı kullanmak mümkündür.

Zihin alışkanlıklarının gelişiminde öğrenme ortamının önemli bir yeri vardır. Bu nedenle ZGA'nın merkeze alındığı bir öğrenme ortamı;

- Farklı zekâ düzeyindeki her bireyin öğrenmesini desteklemeli,
- Her bireyin öğrenmesini destekleyecek materyallere sahip ve çoklu öğrenmeyi sağlayabilecek zenginlikte olmalı,
- Sınıf tartışmalarına izin vermeli,
- Her fikrin değerli olduğunu yargılamadan kabul etmeli,
- Atılan doğru adımları ödüllendirmeli (Costa & Kallick, 2008).

Öğrencilere geometrik düşünme becerileri kazandırmak için, problemlerin içine alışkanlıkların gömülmesi ve bu alışkanlıkların kullanımının kolaylaştırılması gerekir. Bu süreçte dinamik geometri yazılımları kullanarak nesnelere dinamizm kazandırmak ve grup çalışmaları yoluyla farklı çözümlerin ortaya çıkmasını sağlamak önemlidir (Baki, 2020). Bu nedenle öğretim ortamlarının ZGA'yı ortaya çıkaracak ve geliştirecek şekilde düzenlenmesi öğrenme sürecine olumlu etki edebilir. Aynı zamanda öğrencilerin ZGA'yı etkili kullanımı, problemlerin çözümlerinde ortaya attıkları fikirleri irdeleyerek, bilimsel bir dayanağı olmayan, sezgisel yanıtlarının da farkına varmaları ve bunları düzeltmelerinde etkili olabilecektir.

### **2.3. Sezgisel Kural Teorisi**

Psikologlar, araştırmacılar ve filozoflar “sezgi” kavramını farklı şekillerde tanımlamışlardır. Bergson, sezgiyi, bir durumu olmayan bir durumdan yola çıkarak tahmin etmek değil; olduğu kadarıyla kavramak olarak yorumlamıştır (Eroğlu, 2012). Sezgi, kanıtlanmamış bir görüş, içe doğma ve bir konu hakkındaki gerçeklerin doğrudan bilgisidir (Köz, 2004). Sezgi, sınırlı bilgiye dayanarak kesin bir bilgiye sahip olduğunu hissetme ve

rasyonel düşünceyle bilinçli bir şekilde yapılmayan kararlar demektir (Shirley & Langan-Fox, 1996). TDK'ye (2025) göre sezgi *gerçeğin dolaysız, içgüdüsel bir biçimde kavranmasıdır*.

Sezgisel bilgi için genelde kabul edilmiş bir tanım bulunmamaktadır. Ancak tüm tanımlarda kabul edilen ortak özellik, sezginin açık olmasıdır ve bu, mantıksal-analitik bir çabanın ürünüdür (Fischbein, 1999). Fischbein kitabında (2002), sezgisel bilişin temel özelliklerini şöyle sıralamıştır: apaçıklık, içsel kesinlik, süreklilik, zorlayıcılık, teori durumu, çıkarımsallık, bütünlük ve örtüklük:

- a) Kendiliğinden apaçık olması: Herhangi bir gerekçe sunmaya gerek duymadan doğrudan kabul edilen matematiksel bilgilerdir. Örneğin bütünün diğer tüm parçalardan büyük olması gibi.
- b) İçsel kesinlik: Sezgisel bilişler, kesin olarak doğru kabul edilir. Bu durum, kendiliğinden apaçık olma ile ilişkili olsa da tamamen aynı değildir. Yani birey matematiksel bir teoremin doğru olduğuna ikna olur, ancak bu çoğunlukla kendiliğinden apaçık değildir.
- c) Süreklilik: Sezgiler, zihinde oluştuktan sonra değiştirilmesi oldukça zordur.
- d) Zorlayıcılık: Bir ifade için kabul edilen bir durum varsa diğer tüm durumlar göz ardı edilir veya kabul edilmez.
- e) Teori durumu: Sezgiler, bir ilkeyi, teoriyi veya yasayı gerçeklik algısı ile kavramayı kapsar. Ancak sezgiyi saf teori olarak ifade etmek yerine analogi, diyagram gibi temsillerle ifade edilebilen bir teori olarak tanımlamak daha doğru olacaktır.
- f) Çıkarımsallık: Sezgiler, eldeki verileri kullanarak çıkarımsal fikirlere kesinlik kazandırabilirler.
- g) Bütünlük: Benzer durumlara aynı işlem uygulanabilir. Örneğin, küpün hacim formülü karenin alan formülüne uyarlanabilir.
- h) Örtüklük: Sezgisel biliş, bilinçsizce oluşur ve kişi sezgisel düşüncelerinin farkında olmayabilir.

Öğrencilerin bir problemin çözümünde sezgisel yanıtlar sunmaları olasıdır. Bir yanıtın sezgisel olup olmadığının belirlenmesi için önemli özellikler tanımlanmalıdır. Bu özellikler,

bireyin yargılama süreci ve görevin yapısıyla ilişkilidir. Görevin yapısına dayalı olma özelliği, Sezgisel Kurallar Teorisi'nin önemli bir parçasıdır. Bu teoriye göre, bireyler bazı sorulara cevap verirken bilimsel kavramlar yerine sezgileri doğrultusunda alternatif kavramlar kullanırlar. Dolayısıyla, bir cevabın sezgisel olup olmadığını belirlemek için, bireyin yargılama süreci ve görevin yapısına dayalı özellikleri göz önünde bulundurmak önemlidir (Barahmand, 2019). Böylelikle öğrencinin cevabı sezgisel olarak sunup sunmadığı belirlenebilir.

SKT'nin temelinde öğrencilerin matematiksel ve bilimsel görevlere verdiği yanıtların daha çok öğrencilerin dışsal özellikleri tarafından belirlendiği ve öğrencilerin bu görevlere dair bilgi ve düşünceleri tarafından şekillenmediği yatmaktadır (Babai vd., 2006). Bu teori, öğretmenlerin, çocukların çeşitli matematiksel ve bilimsel görevlere verdikleri tepkileri anlamaya ve öngörmeye çalışırken kullanabilecekleri düzenli, kapsamlı bir çerçeve olarak hizmet edebilir (Tirosh vd., 2001). Bu teori yardımıyla öğrencilerin cevaplarının altında yatan düşünceler hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

Stavy ve Tirosh (2000), çeşitli bilimsel ve matematiksel disiplinlerde sezgisel kuralların nasıl geliştirilip uygulandığını ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Belirli bir görevin özellikleri, çocukların genel bir alan kuralına dayanarak otomatik olarak bir yanıt üretmelerini teşvik eder. Bu kurallar genellikle yaygın ve etkili tepkiler sağlasa da, kavramsal olarak ilişkisiz görevlerde kullanıldığında hatalı sonuçlara neden olabilirler. Dahası, bu kurallar bilişsel gelişimle birlikte azalmaz, aksine yetişkinlik dönemine kadar devam eder (Osman & Stavy, 2006). Stavy ve Tirosh (2000) tarafından atıfta bulunan kurallar, çocuklar tarafından genellikle kendiliğinden anlaşılır ve içsel olarak tutarlı bilişler olarak deneyimlenir (Fischbein, 2002). Bu nedenle, çocukların bu kurallardan kaynaklanan tepkileri, ilk bakışta bir refleks gibi belirli bir dizi görev uyarıcısına karşı ortaya çıkar (Osman & Stavy, 2006). Tepkilerin sürekli kullanımını ise çocukların bu tepkileri kabul ederek benzer durumlarda kullanmalarına neden olabilir.

Stavy ve Tirosh (2000), tarafından geliştirilen teoriye dayalı araştırma programı beş temel iddiaya dayanmaktadır:

1. Dikkat ve davranışsal kaynaklar, bir görevin belirli özelliklerine yönlendirilir. Bu, ya uyarının yönlendirdiği ya da önceki deneyim ve bilgiye dayanan, göze çarpan özelliklerin sonucudur.
2. Uyararla yönlendirilen göze çarpan özellikler, bireyin kontrolü ve farkındalığı olmadan, sezgisel kuralları dolaylı olarak çağırır. Bireyler kodlama sırasındaki bu uyarılardan

haberdar olabilirler çünkü uyarılar belirgindir, bu nedenle bunlarla ilgili bilinçli deneyime sahip olacaklardır. Bu bağlamda, deneyimlere dayanan göze çarpan özellikler, ilgili önceki deneyimler ve bilgilerle eşleşmeleri yoluyla sezgisel kuralları tetikler. Dolayısıyla, bu kurallar bireyin kontrolü olmadan otomatik olarak devreye girer, ancak birey, kural ve bu sürecin sonuçları hakkında bilgi sahibidir. Tam tersine, bu uyarıcıların bir tepki oluşturmak için nasıl bir araya getirildiğine dair farkındalık eksikliği vardır. Ancak, üretilen yanıtlar, tekrar tekrar maruz kalma sonucu güçlenen temsillere dayanır ve bu sezgisel kurallar tarafından üretilen yanıtları düzeltmek zordur.

3. Otomatik olarak başlatılan sezgisel kurallar, yetenekli düşünme örnekleridir ve düşünen kişinin, her bir çıkarım dizisini bilinçli olarak hesaplama gereği duymadan, farklı bağlamlarda çıkarımlar yapmasına olanak tanır.
4. Sezgisel kurallar yaşla ve bilişsel gelişimle birlikte azalmaz; aslında yetişkinlik döneminde de varlığını sürdürür.
5. Araştırma programı, düşüncelerin değerlendirilmeden ortaya çıktığı düşünme süreçlerini incelemeye odaklanır. Bu, çocukların bilinçli olarak mantıklı düşünmeyi gerçekleştirmediği anlamına gelmez (Osman & Stavy, 2006).

Stavy ve Tirosh (2000) çalışmalarında üç sezgisel kural bulunduğunu belirtmişlerdir:

- Daha fazla A daha fazla B
- Aynı A aynı B
- Herşey sonsuza kadar ikiye bölünebilir

### **2.3.1. Daha fazla A daha fazla B**

Bu kural, sunulan iki nesnenin farklı miktardaki özelliklerine dayanarak başka özelliklerinin ve miktarlarının karşılaştırılmasında kullanılır. Matematik alanında yayımlanan çeşitli çalışmaların sonuçları, bu kural çerçevesinde ele alınarak aşağıdaki görev başlıkları oluşturulmuştur (Stavy & Tirosh, 2000):

#### **2.3.1.1. Korunum görevleri**

**1. Sayı Korunumu:** Piaget'in (1965) sayı kavramının gelişimiyle ilgili yaptığı çalışmalar, çocukların, aynı sayıda nesneyi içeren iki paralel sıradaki nesnelerin sayısını karşılaştırmaları istendiğinde, uzunluk ve yoğunluk bilgisini nasıl yorumladıklarını inceler. 5-

6 yaşlarındaki çocuklar, iki sıranın göreceli uzunluğuna odaklanır. Eşit uzunluktaki sıraların eşit sayıda nesne içerdiğini düşünürler; farklı uzunluktaki sıralarda ise daha uzun olanın daha fazla nesne içerdiğini düşünürler. Daha büyük yaştaki çocuklar ise, iki sıradaki nesnelerin göreceli yoğunluğuna bakarak karar verirler ve daha yoğun olan sıranın daha fazla nesneye sahip olduğunu belirtirler.

**2. Alanın Korunumu:** Piaget vd. (1960), çocuklara altı bloklu iki eş dikdörtgen göstermişler ve bu dikdörtgenlerden birinin ucundan iki blok çıkararak diğer ucuna eklemişlerdir. Çocuklara iki dikdörtgenin alanını karşılaştırmaları söylenmiştir. 5-6 yaşlarındaki birçok çocuk, değişiklik yapılmış dikdörtgenin daha uzun göründüğünü ve dolayısıyla alanının daha fazla olduğunu belirtmiştir.

**3. Açının korunması:** Foxman ve Ruddock (1984), Noss (1987) çocuklara birinin kolları diğerinden uzun olan iki tane eşit ölçüde açı sunmuşlardır. 10 ila 15 yaşları arasındaki birçok çocuk, kolları uzun olan açının daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

### **2.3.1.2. Yoğunluk görevleri**

**Sonsuz küme karşılaştırması:** 13-25 yaş arasındaki öğrencilerin, iki doğru parçasındaki nokta sayısını karşılaştırmaları istendi. Cantor küme teorisine göre, her iki doğru parçası da aynı sayıda noktayı içerir. Ancak öğrencilerin yaklaşık yarısı, "daha uzun doğru parçası daha fazla nokta içerir" iddiasında bulunmuştur (Tirosh, 2002).

### **2.3.1.3. Diğer görevler**

**Aritmetik İşlemler:** Tirosh ve diğerleri (1993; Stavy & Tirosh tarafından 2000'de alıntılanmıştır), çalışmalarında üniversite öğrencilerine aritmetik işlemlerle ilgili görevler sunmuştur. Bu görevlerden biri, çarpma işlemindeki çarpanlar ve çarpımlar arasındaki ilişkiyle ilgilidir. Öğrencilerin birçoğu, bir çarpan arttığında, çarpımın her zaman arttığını savunmuştur. Bu ifade doğal sayılar için doğru olmakla birlikte negatif sayılar için doğru değildir. Öğrencilerin yaptıkları bu genellemenin nedeninin "Çarpanlar ne kadar büyükse, çarpım o kadar büyük olur" kuralı olduğu görülmektedir.

### **2.3.2. Aynı A aynı B kuralı**

Aynı A- Aynı B kuralıyla ilgili görevlerin ortak özelliği belirli bir A niceliği bakımından eşit, diğer bir B niceliği bakımından farklı olan iki nesneyi kıyaslamaktır. Bu kuralın kullanımının 2 nedenden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Tirosh & Stavy, 1999):

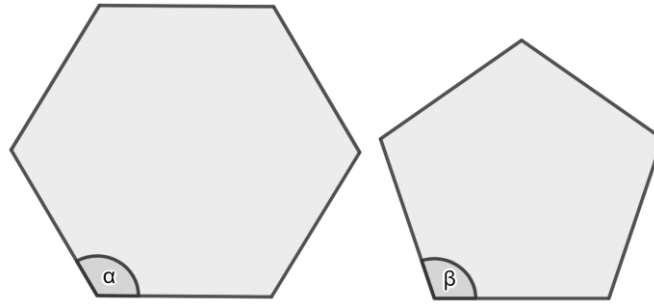
- Bu kural doğuştan gelen, evrensel bir kuraldır.
- Bireyin deneyimleri sonucunda ortaya çıkan sonuçları aşırı genellemesine dayanır. Örneğin, özdeş bardaklardaki su ve meyve suyu miktarlarının eşit olması gibi.

Bu kuralla ilgili bazı örnekler aşağıda verilmiştir (Tirosh & Stavy, 1999):

### 2.3.2.1. Doğrudan verilmiş eşitlikler

**Mesafe ve Uzunluk:** Piaget vd. (1960), 4-5 yaşlarındaki çocuklara başlangıç ve bitiş noktası aynı olan ve biri düz, diğeri dalgalı olan iki çizgi göstermişlerdir. Çocuklardan çizgilerin boyunun karşılaştırmaları istenmiştir. 4 ila 5 yaşlarındaki çocukların %84'ü çizgilerin eşit uzunlukta olduğunu belirterek yanlış cevap vermişlerdir. Piaget vd. (1960), “Bu aşamada, bir çizginin uzunluğunun, doğrusal çizgisine atıfta bulunulmaksızın yalnızca uç noktaları açısından tahmin edildiğini” savunmuşlardır. Burada uç noktalar arasındaki mesafe (aynı A) eşit olduğundan çizgilerin uzunluğunun (aynı B) da eşit olduğu düşünülmüştür.

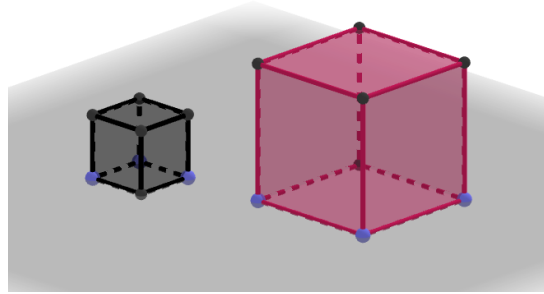
**Açı:** Rojhany (1997), 4 ila 12. sınıflardaki öğrencilere aşağıdaki problemi (Şekil 2.1) sunmuştur: “Bir beşgen ve bir altıgen düşünün. Beşgenin tüm kenarları eşittir. Altıgenin tüm kenarları eşittir. Beşgenin kenarı altıgenin kenarına eşittir. Altıgen ve beşgenin birer iç açısı eşit midir?”



Şekil 2.1. Rojhany'nin (1997) çalışmasında kullanılan probleme dair görsel.

Verilen problemde  $\alpha$  açısı,  $\beta$  açısından daha büyüktür. Ancak 4, 6 ve 8. sınıf öğrencilerinin yarısı; 10. ve 12. sınıf öğrencilerinin bazıları açıların eşit olduğunu savunmuştur. 4-8. sınıf öğrencilerinin en çok kullandığı gerekçe şudur: “Kenarlar eşit, dolayısıyla açılar da eşit.” Bu yanıt, aynı A-aynı B sezgisel kuralının kullanımının bir sonucudur.

**Yüzey Alanı-Hacim:** Livne (1996) çalışmasında 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerine şu problemi sunmuştur: *İki farklı büyüklükte küp düşünün. 1. küpün yüzey alanı ile hacmi arasındaki oran, 2. küpün yüzey alanı ile hacmi arasındaki orandan daha büyük/eşit/daha küçük mü? Cevabınızı açıklayın.*



**Şekil 2.2.** Livne'nin (1996) çalışmasında kullanılan probleme dair görsel.

Şekil 2.2.'deki 2. küpün yüzey alanı ile hacmi arasındaki oran, 1. küpün yüzey alanı ile hacmi arasındaki orandan daha büyüktür. Ancak soruya, 10. sınıf düzeyinde %41, 11. sınıf düzeyinde %45 ve 12. sınıf düzeyinde %55 oranında yanlış cevap verilmiş ve küplerdeki yüzey alanı/ hacim oranının eşit olduğu savunulmuştur. Tipik açıklamalar şunlardır: 'Küp 1 ve küp 2 aynı geometrik şekle sahiptir, bu nedenle her iki küpte de yüzey alanının hacme oranı, boyutlarına bakılmaksızın aynıdır', 'Küp 1' deki yüzey alanı ve hacim, küp 2' dekinden orantılı olarak daha küçüktür ve bu nedenle oran sabittir'.

### 2.3.2.2. Mantıksal çıkarım yoluyla elde edilmiş eşitlikler

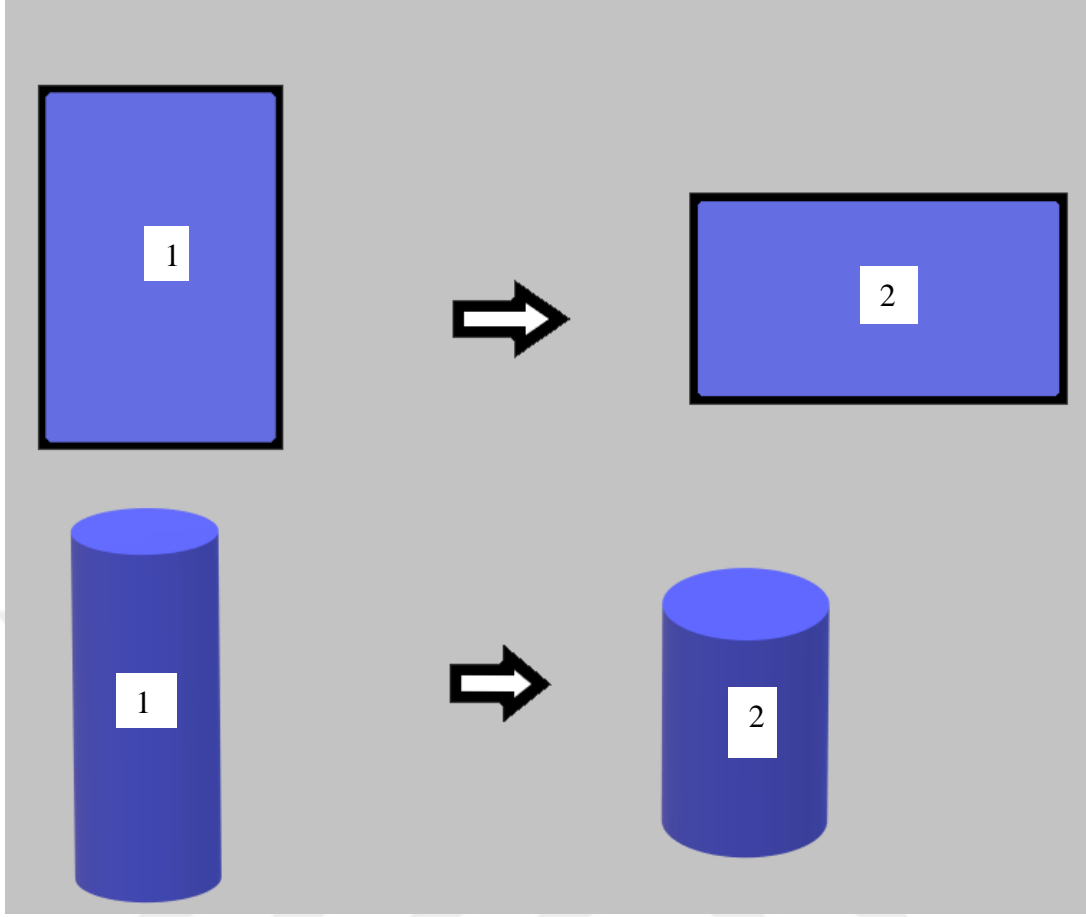
Bu görevler korunum ve orantı olmak üzere iki şemada incelenmektedir:

#### **Korunum:**

*“İki özdeş dikdörtgen sayfa (Şekil 2.3. ) alınız. Sayfa 2'yi 90° döndürünüz.*

*a) Sayfa 1 ile sayfa 2'nin alanları karşılaştırınız.*

*b) Her iki sayfayı da birer silindir olacak şekilde Şekil 2.3.' teki gibi katlayınız. Silindir 1 ile silindir 2'nin hacimlerini karşılaştırınız.”*



Şekil 2.3. Piaget vd.'nin (1960) çalışmasında kullanılan probleme dair görsel.

Şekil 2.3.'de (a) şıkkında verilen soru Piaget vd.'nin (1960) alan koruma görevine dahil olan klasik bir sorudur. Sayfa 1 ve sayfa 2'nin alanları birbirine eşittir. (b) şıkkında verilen soruda ise silindir 2'nin hacmi silindir 1'in hacminden fazladır. Piaget vd. (1960) çalışmalarında, anasınıfı öğrencilerinin %95' inin ve birinci sınıf öğrencilerinin %65' inin yanlış bir şekilde alanların eşit olmadığını belirttiği sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin gerekçeleri ise şu şekildedir: “Yan kenarlar ne kadar uzun ise alan o kadar büyüktür.” veya “taban kenarlar ne kadar geniş ise alan o kadar büyüktür.” 2. sınıftan itibaren öğrencilerin büyük çoğunluğu alanın korunduğunu belirtmişlerdir. Hacim sorusuna yanlış cevap veren öğrencilerin oranı ise anaokulundan 5. sınıf düzeyine kadar artış göstermiş ve 5. sınıf düzeyinde %85 oranına ulaşmıştır. Öğrencilerin gerekçeleri şu şekildedir: “Silindirlerin hacimleri aynıdır çünkü aynı sayfalardan yapılmışlardır.” veya “Silindirlerin hacimleri aynıdır çünkü sayfaların alanları aynıdır.” Buradan alan koruma düşüncesine sahip öğrencilerin hacmi de koruduğu sonucuna ulaşılmıştır (Stavy vd., 2006).

**Geometrik şekillerin alanı ve çevresi:** Matematik eğitimi alanında yapılmış birçok çalışma öğrencilerin, aynı çevreye sahip şekillerin alanları da aynıdır, yanılığına sahip olduğunu göstermektedir (Dembo vd., 1997; Hirstein, 1981; Hoffer, 1992; Woodward & Byrd, 1983). Yapılan çalışmalarda, bu yanılığın temelinde öğrencilerin alan ve çevre kavramları arası ilişkiyi yanlış anlamalarının yattığı düşünülmektedir (Tirosh & Stavy, 1999).

**Oran:** Büyük Sayılar Kanunu'na göre, örneklem büyüklüğü (deneme sayıları) arttıkça, göreceli frekanslar teorik değerlere doğru yönelir. 3 madeni para atıldığında en az iki tura gelme olasılığı, 300 madeni para atıldığında en az 200 tura çıkarmaktan daha fazladır. Fischbein ve Schnarch (1997), Schrage (1983) 5., 7., 9., ve 11. sınıf öğrencilerine 3 madeni para atıldığında en az iki tura gelme olasılığı ile 300 madeni para atıldığında en az 200 tura çıkarmak olasılığının eşit olup olmadığını sormuşlardır. Olasılıkların eşit olduğu yanlış cevabını veren öğrenci oranı sınıf düzeyi arttıkça artmıştır. Öğrenciler yanlış cevaplarına gerekçe olarak  $2/3=200/300$  ifadesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu yanlış gerekçelendirmenin nedeni ise olasılıkların hesaplanmasında örneklem büyüklüğünün rolünün göz ardı edilmesi olarak açıklanmıştır (Tirosh & Stavy, 1999).

### **2.3.3. Her şey sonsuza kadar ikiye bölünebilir**

Günlük hayatta “orta” kavramı çeşitli durumları ifade etmek için kullanılabilir. Bazen ne iyi ne kötü kavramını belirtmek için, bazı durumlarda ise başlangıç ile ileri düzey arasını belirtmek için kullanılır. İstatistik ve Olasılık teorisinde, iki puan arasındaki aritmetik ortalamayı belirtmek için kullanılır. Tüm bu durumlar farklı noktalara odaklanmış olsa da, hepsinin kökeninde “bir denge durumu” elde etmek için tüm noktalar arasından sezgisel bir seçim yapma eğilimi yatmaktadır. Bazı durumlarda, bu eğilimin sonuçları bilimsel kurallarla örtüşmektedir. Örneğin, bireyler fizik kurallarını bilmese bile, bir denge tahtasında dengeyi sağlamak için orta noktayı bulmaya çalışırlar (Barahmand, 2019). SKT öğrencilerin “orta” nokta kavramına yaklaşımı ele alarak her şeyi sonsuza dek ikiye bölme sezgisel yanıtlarını incelemiştir:

#### **2.3.3.1. Geometrik nesnelere ardışık bölünmesi**

##### **Tek Boyutlu Nesne—Bir Doğru Parçası:**

12-18 yaş aralığındaki öğrencilerden, bir doğru parçasını orta noktasından iki eşit parçaya bölmeleri istenmiştir. Daha sonra bu işlemi defalarca tekrar ettiklerinde, işlemin sonsuza kadar sürüp sürmeyeceği sorulmuştur (Stavy & Tirosh, 2000):

*Bir doğru parçası düşünün. Doğru parçasını orta noktasından iki eşit parçaya bölün. Elde ettiğiniz parçalardan birini aynı şekilde ikiye bölün. Elde ettiğiniz parçalardan bir tanesini aynı şekilde bölmeye devam edin. Bu süreç sona erer mi? Cevabınızı açıklayın.*

Öğrencilerin bu soruya verdiği yanıtlar iki şekilde sınıflandırılmıştır:

- a) Süreç sonsuza kadar devam eder.
- b) Süreç bir süre sonra sona erer.

Bu sorunun doğru yanıtı olan ikiye bölme işlemi sonsuza dek sürer yanıtının yüzdesi, sınıf düzeyiyle doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Öğrenciler doğru yanıtlarını şöyle gerekçelendirmişlerdir: “*Biri her zaman ikiye bölünebilir*”, “*Bölmeye devam etmek her zaman mümkündür.*”, “*Daha küçük parçalara bölmek her zaman mümkündür.*”, “*Her zaman birinin yarısı olacaktır.*” (Stavy & Tirosh, 2000).

**İki Boyutlu Nesne – Kare:** 9-12. sınıf düzeyindeki öğrencilere, karenin ardışık olarak bölünmesinin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Doğru parçası problemde olduğu gibi, öğrenciler her şeyin ikiye bölünebileceği gerekçesini öne sürerek, bölme işleminin sonsuza kadar devam edeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerden bu doğru cevabı verenlerin oranı, sınıf düzeyi ile doğru orantılı olarak artmıştır (Egozi, 1993).

**Üç Boyutlu Geometrik Nesne–Küp:** 9-12. sınıf düzeyindeki öğrencilere, küpün ardışık olarak bölünmesinin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Doğru parçası problemde olduğu gibi, öğrenciler her şeyin ikiye bölünebileceği gerekçesini öne sürerek, bölme işleminin sonsuza kadar devam edeceğini belirtmişlerdir. Ancak bu soruya doğru cevap verenlerin sayısı, doğru parçası problemine doğru cevap veren sayısına oranla oldukça düşüktür. Öğrencilerden bu doğru cevabı verenlerin oranı, sınıf düzeyi ile doğru orantılı olarak artmıştır (Egozi, 1993).

### **2.3.3.2. Fiziksel nesnelerin ardışık bölünmesi**

**Bakır Tel ve Metal Küp:** Öğrencilere, geometrik nesnelere sorularında olduğu gibi, bakır bir tel ve metal bir küpün ikiye bölünmesinin sonsuza dek devam edip etmeyeceği sorulmuştur. Öğrencilerin birçoğu bu soruya, doğru parçası sorusuna verdikleri cevapların benzerini vermişlerdir. Bu soruya verilen “*sonsuz dek bölebiliriz*” cevabının en sık gerekçesi “*Her zaman ikiye bölebiliriz*” olmuştur. Bunun yanında, “*Bir kısmı her zaman kalır ve ikiye bölünebilir*”, “*Nesneyi ikiye bölebiliyorsak, ne kadar küçük olursa olsun, daha küçük bir parça*

*olmaması için neden yoktur.*”, “*Her parça her zaman bölünebilir.*”, “*Her zaman bölünebilecek küçük, hatta görünmez bir parça olacaktır.*” şeklinde gerekçeler de sunulmuştur. İkiye bölme işleminin bir süre sonra sona ereceği doğru cevabını veren öğrencilerin yalnızca yaklaşık yarısı, maddenin parçacıklı yapısını gerekçe göstererek “*Bir atoma ulaşıyoruz*” cevabını vermişlerdir. Doğru cevap veren diğer öğrencilerin gerekçesi de şöyle olmuştur: “*Daha fazla bölemeyiz, çünkü nesnenin çok çok küçük bir parçası kalır.*” (Stavy & Tirosh, 2000).

**Kibrit Kutusu:** 9-11. sınıf düzeyindeki öğrencilere şu soru sorulmuştur (Stavy & Tirosh, 2000):

*“İki oyunculu bir oyunda, her oyuncu kare oyun tahtasına belirli sayıda kibrit koyacaktır. İlk oyuncu istediği kadar kibriti bir kareye koyar. Ardından ikinci oyuncu, birinci oyuncunun koyduğu kibritin yarısı kadarını kareye koyar. Her oyuncu, önceki kibrit sayısının yarısını kareye koyduğuna göre, bu oyun sona erer mi? Mesela, Dan ve Ran bu oyuna başlarken Dan 32 kibrit koydu. Ran ise 16 kibrit koydu. Bu oyun sürer mi yoksa bir aşamadan sonra sona erer mi? Cevabınızı açıklayınız.”*

Burada, madde kesikli olduğundan çoğu öğrenci bir süre sonra oyunun biteceği doğru yanıtını verir. Ancak 9. sınıf düzeyinde öğrencilerin %37’si, 10. sınıf düzeyinde öğrencilerin %28’i, 11. sınıf düzeyinde ise öğrencilerin %49’u bölme işleminin sonsuza dek süreceğini iddia etmişlerdir (Stavy & Tirosh, 2000).

### **2.3.3.3. Seri dizilim görevleri**

*“1’den başlayarak her bir terimi ikiye bölerek oluşturulan seriyi, “1, 1/2, 1/4, 1/8...” olarak ele alalım. Sıfır bu serinin bir elemanı olacak mıdır? Cevabınızı açıklayın.”*

Bu problemde, sıfır bu serinin elemanı değildir. Bu problem 9., 11. ve 12. sınıf öğrencilerine sorulmuştur ve öğrencilerin çoğu, doğru bir şekilde “*Herhangi bir sayı ikiye bölünebilir*” şeklinde argüman yürütmüşlerdir. Aynı problem, özel yetenekli 10. sınıf öğrencilerine sorulmuştur. Öğrencilerin tümü, soruyu doğru cevaplayarak seride sıfırın bulunmadığını belirtmişlerdir. Birçoğu “*Her şey ikiye bölünebilir*” şeklinde gerekçe sunarken, bazıları sıfırdan farklı bir sayıyı ikiye bölerek sıfıra ulaşmanın imkânsız olduğunu belirtmiştir (Stavy & Tirosh, 2000).

*“Bir bardak suya bir çay kaşığı şeker konularak iyice karıştırılır. Şekerli suyun yarısı boşaltılarak yerine yarım bardak su eklenir ve bardaktaki şekerli suyla iyice karıştırılır. Bu*

*işlem defalarca tekrarlanır. Yapılan işlemlerin sonucunda şekeri tamamen yok etmek mümkün müdür? Cevabınızı açıklayın.”*

Bu problem, şekerli su çözeltisinin derişimi ile ilgilidir. Burada maddenin tanecikli yapısından dolayı, belli bir süreden sonra çözeltinin derişimi sıfır olabilir. Problem 9-12. sınıf öğrencilerine sorulmuştur. Öğrencilerin yarısından fazlası, bu probleme bölünmenin sonsuza dek süreceği yanlışlığına düşmüş ve yanlış cevap vermişlerdir. Özel yetenekli, 10. sınıf öğrencilerine aynı soru, şekerli su yerine alkol çözeltisi kullanılarak, sorulmuştur. Öğrencilerin %65'i, alkollü bir çözeltinin derişiminin sıfıra ulaşmasının mümkün olmayacağını iddia etmişlerdir. Birçoğu, bu sürecin hiç bitmeyeceğini “*Her şey ikiye bölünebilir*” gerekçesi ile bazıları ise “*Alkolün kaybolması mümkün değildir*” diyerek gerekçelendirmişlerdir. Diğer öğrenciler ise sürecin sona ereceğini doğru bir şekilde savunmuşlardır. Birçoğu maddenin moleküler seviyesini gerekçe gösterse de, %25'i “*Belirli bir aşamada alkol kalmayacak*” iddiasında bulunmuşlardır. Bu problem öğretmen adaylarına da sorulmuştur ve öğretmen adaylarının %72'si derişimin asla sıfır olamayacağını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının çoğu derişimin tekrarlanan her işlemde azalacağını ancak asla sıfır olamayacağını belirtmişlerdir. Doğru cevabı veren %28'lik öğretmen adayı kitlesinden birkaçı, buzdolabındaki alkolün buharlaşmasını gerekçe göstererek konsantrasyonun sıfıra ulaşabileceğini belirtirken hiçbiri maddenin parçacıklı yapısına atıfta bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının birçoğunun, başlangıçta her şeyin ikiye bölünebileceğini iddia etmek eğiminde oldukları görülmüştür (Stavy & Tirosh, 2000).

Sezgisel Kurallar Teorisi, öğrencilerin fen ve matematik dersindeki yaygın olan yanlış tepkilerini anlamaya ve tahmin etmeye çalışır. Bu teori, matematiksel ve bilimsel görevlere verilen tepkilerin altında yatan kuralları belirtir ve analiz eder. Örneğin, doğru cevabı sezgisel bir kurala uygun olan görevler “kolay” olarak nitelendirilirken, sezgisel kuralla çelişen bir görev “zor” olarak nitelendirilmektedir (Tsamir vd., 2006). Sezgisel kuralların farkında olunması ve öğretim sürecinde kullanılması önemlidir. Öğretmenler, sezgisel kuralların bilincinde olarak öğrenme sürecindeki bilişsel engelleri öngörebilirler. Bu kurallar, öğretim planları ve stratejileri oluşturulurken kullanılabilir (Tirosh & Stavy, 1996). Bu planlar hazırlanırken öğretmenler, öğrencilerin sezgisel kurallar kullanabileceği örnekler ve etkinliklerin farkında olmalıdır.

Sezgisel kuralların genel ve özel uygulama alanları bulunmaktadır. Kuralın özel uygulamaları, bilginin yordama gücünü ifade eder. Bu teoriden faydalanarak, öğretmenler ve

araştırmacılar, öğrencilerin olası yanlış cevaplarını sezebilirler ve bu sezgiyi, var olan yanlış sezgi ile değiştirebilecek bilgi yapıları ve şemaları oluşturmalarında yardımcı olabilirler. Genel uygulamalar ise öğretmenlerin ve müfredat geliştiricilerin, sezgisel kuralların farkında olarak öğretim dizilerini oluşturmalarını sağlar. Örneğin herhangi bir konunun öğretimde, öncelikle sezgisel kurallara göre doğru olan örnekler verilmelidir. Daha sonra sezgisel kurallarla çelişen örnekler verilerek öğrencilerin iki durumu karşılaştırması istenmelidir. Sonuçlar hakkında tartışan öğrenciler, sezgisel kuralların uygun olan çözümler hakkında bir genelleme yapabilirler. Burada öğrencileri akıl yürütme ve kendi sonuçlarını eleştirmeye teşvik etme önemlidir (Tsamir, 2005). Böylece öğrenci sezgisel hatalarının farkına vararak bu hatayı düzeltebilecektir.

Ayrıca sezgisel kuralların farkına varılması ve öğrenme sürecinde kullanımının azaltılması açısından öğrenme ortamı da önem arz etmektedir. Öğrencilerin kendi düşünme yapılarını, hatalarını ve doğrularını keşfedebilecekleri; farklı öğretim araçlarıyla donatılmış öğrenme ortamları sezgisel kuralların kullanımının azaltılmasına katkıda bulunabilir.

#### **2.4. Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamı**

Öğretim etkinlikleri, öğrenme sürecinde öğretimi etkili kılan önemli unsurlardandır. Öğretim etkinlikleri hazırlanırken öğrencilerin hazır bulunuşlukları, seviyeleri, ilgi ve yetenekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinden uzak olan görevler ve etkinlikler, öğrencinin öğrenme sürecinden uzaklaşarak akademik yönde düşük öz yeterliğe sahip olmasına neden olacaktır. Bu durumun önüne geçmek için, öğrenme sürecinde, öğrencilerin başarma güdüsünü tatmin etmesini sağlayacak, ilgi ve yetenekleriyle uyumlu öğretim etkinliklerinin düzenlenerek öğrencilere sunulması gerekir. Aynı zamanda bu etkinliklerin bireylerin birden çok duyu alanına hitap etmesi gerekir. Böylece öğrencilerin yaparak ve yaşayarak, anlamlı öğrenmesi sağlanabilir. Öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif katılabilmeleri ve bireysel farklılıkları doğrultusunda öğrenebilmeleri için planlanan ve birden çok duyu alanına hitap eden etkinlikler, zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleridir (şahan, 2008). Bu öğrenme ortamları öğrenciyi bilişsel ve duyuşsal olarak desteklemektedir.

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı, eğitim öğretim ortamlarına bilişsel, duyuşsal ve teknolojik materyallerin eklenmesiyle oluşan öğrenme ortamıdır. Geleneksel öğrenme ortamına göre öğrencinin daha aktif, öğretmenin ise rehber konumunda olduğu bu ortamlarda öğretmen, öğrencilerin eğlenerek öğrenmesini sağlarken öğrendiklerinin kalıcı olması için de yol gösterir. Öğrenciler daha önce deneyimlemedikleri etkinlikler ve materyaller yoluyla, öğrenme

ortamından sıkılmadan sürece aktif katılabilecektir. Böylelikle öğrencilerin ders başarısı ve derse olan ilgisi artabilir. Bu ortam öğrencinin ne kadar çok duyu organına hitap ederse, öğrencinin edindiği bilgiler ve bu bilgilerin kalıcılığı da artacaktır (Yaşa, 2022). Böylelikle etkili ve kalıcı öğrenme sağlanabilir.

Öğretmenin ders öncesinde gerekli materyalleri hazırlayarak öğrenme ortamını zenginleştirilmesi öğrencilerin anlamlı öğrenmesine katkı sağlar. Öğrenciler videolar, şemalar, somut materyaller, günlük hayattan örnekler ile bilgiler arasında ilişkiler kurarak, öğrendiklerinin kalıcı olmasını sağlayabilir (Yaşa, 2022). Öğretmenlerin, zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri hazırlarken dikkat etmeleri gereken anahtar kavramlar şunlardır (Özden, 2021):

1. **Derin:** Konunun detayının ne ölçüde verildiği ile ilgilidir. Birçok konuyu yüzeysel olarak aktarmak yerine tek bir konunun derinlemesine ve detaylı bir şekilde aktarıldığı etkinlikler hazırlamak daha anlamlıdır. Bir konuda derin bilgiye sahip olan öğrenci, o konuyla ilgili tartışmalar yaparak problemleri çözebilir.
2. **Geniş:** Konunun diğer konularla ne kadar ilişkili olduğudur. Öğretim etkinlikleri hazırlarken, diğer konular ve alanlarla ilişkili etkinlikler hazırlamak öğrencilerin bilgileri diğer alanlara transfer edebilmelerine ve yeni bilgi üretebilmelerine katkı sağlayacaktır.
3. **Kompleks:** Bilginin farklı kullanım alanları veya bilgiye dair zıt görüşlerin sunulması bilginin kompleksliği ile ilgilidir. Kompleks öğretim etkinlikleri ile öğrencilerin farklı bakış açısı sunma, yorumlama ve problemleri keşfedip çözebilme becerileri gelişir.
4. **Soyut:** Konuyu tamamlayan kavramların kullanımı ile ilgilidir. Soyut öğretim etkinlikleri, öğrencilerin kavramlara veya konulara dair tüm bileşenleri düşünerek zihinlerinde hayal kurma olanağı sağlar.

Öğretmenler farklı düzeylerde zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri hazırlayabilir ve kullanabilirler. Öğrenme sürecinde zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri kullanmanın üç temel düzeyi vardır:

1. **düzey:** (Bireylerin ilgi ve yeteneklerini keşfetmek) Zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri kullanılarak öğrencilerin var olan kapasiteleri ortaya çıkarılabilir, öğrenciler üst düzey bir etkinliğe hazırlanabilir ve üstün yetenekli öğrencilerin farkına varılabilir.

**2. düzey:** Öğrencilerin karar verme, problem çözüme, iletişim kurma, zamanı yönetme gibi duyuşsal ve bilişsel becerilerinin gelişimini sağlamak

**3. düzey:** Bireysel ve küçük grup çalışmalarıyla öğrencilerin bilgi tüketen konumundan bilgi üreten konumuna geçişini sağlamak (Özden, 2021).

Öğrenme ortamını zenginleştirmek için birçok materyal kullanılabilir. Bunlardan son dönemde en çok tercih edilenlerinden biri teknolojidir. Öğrenciler teknolojik ürünler ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamında dersi daha anlamlı bulacak ve bilgileri daha kolay hatırlayacaktır (Yaşa, 2022). Video, sunum, dinamik yazılımlar, artırılmış gerçeklik gibi teknolojik ürünlerin öğretim ortamına entegrasyonu ile dersleri daha eğlenceli hale getirmek mümkünken aynı zamanda farklı öğrenme hızlarına ve yollarına sahip öğrencilere aynı anda erişmek de mümkündür.

Zenginleştirilmiş öğrenme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapmak da mümkündür. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu katkıda bulunur. Bu ortamlarda, öğrenciler ölçülen bilgi ve becerilerin farkına vararak eksikliklerini giderebilirler. Ayrıca zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları da zenginleştirilmelidir. Böylelikle alternatif değerlendirme yöntemleri kullanılarak öğrencilerin farklı boyutlarda öğrenme düzeyleri incelenebilir (Körükçü, 2015). Ayrıca bu değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin süreçteki gelişimini de ortaya koyacaktır.

#### **2.4.1. Teknoloji destekli öğretim**

Günümüzde teknoloji ve teknolojik ürünler gündelik yaşamımızın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Teknolojinin hayatımızdaki yoğun kullanımından dolayı çağımız “bilgisayar, internet ve uzay çağı” olarak nitelendirilmektedir. Teknolojinin hayatımızda bu denli yer alması eğitimde de teknoloji kullanımını gerektirmektedir (Karadağ & McDougall, 2009). Bilim ve teknolojide yaşanan gelişmeler, toplumun her yapısını etkilediği gibi eğitim sistemini de etkilemektedir. Tüm bu gelişmeler, eğitim sistemlerinin yenilenmesini ve bireylerin bu yeniliklere ayak uydurmasını gerektirmektedir. Bu nedenle bireylere düşünebilecekleri, sorgulayabilecekleri ve araştırabilecekleri öğrenme ortamları sunmak önem arz etmektedir (Kırmızıoğlu & Adıgüzel, 2019). Teknoloji bu ortamlarını hazırlanması için bireylere birçok olanak sunmaktadır.

Teknolojinin son yıllarda gerek ülkemizde gerek dünyada yaygınlaşması eğitim ve öğretim sürecinde değişimlere neden olmuştur. Hesap makinelerinden artırılmış gerçeklik araçlarına kadar bu değişim hızla devam etmektedir. Öyle ki bu değişim, yalnızca okul ve sınıflarla sınırlı kalmayarak mobil aygıtlar ve uygulamalar yoluyla her ortama taşınabilmektedir. Bu nedenle eğitim-öğretim sürecine teknoloji entegrasyonu önem arz etmektedir (Orhan vd., 2020). Teknoloji entegrasyonu, bir derse, konuya ve kazanıma uygun olan teknolojik uygulamaları eş zamanlı kullanmak anlamına gelir (Wachira & Keengwe, 2011). Ancak teknoloji entegrasyonu yalnızca teknolojinin derste kullanımı değildir. Teknoloji entegrasyonu; öğretim programı, teknolojik yazılım ve araçlar ile öğrenme ortamı bileşenlerinin tamamının teknolojiye uygun şekilde hazırlanmasını içermektedir (Orhan vd., 2020). Bu durum teknolojinin öğretim sürecinde geniş yer kapladığını göz önüne sermektedir.

Teknoloji, öğrenme sürecinde bir amaç değil etkili bir araçtır. Bu aracı ne zaman ve hangi durumda kullanacağını bilmek, öğrenme sürecini olumlu etkileyen faktörlerdendir. Ayrıca her uygulama ve her yazılımın hitap ettiği bir öğrenci kitlesi ve yaş grubu olduğu bilerek hareket edilmelidir. Bu kapsamda teknoloji, doğru kullanıldığında, zamandan tasarruf etme, motivasyon sağlama, geri dönüt sunma ve öğretim ortamını zenginleştirme gibi avantajlar sunar (Akgündüz, 2019). Ersoy (2005), teknoloji destekli öğretimin avantajlarından bazılarını şöyle özetlemektedir:

- Her öğrencinin ihtiyacına uygun olan içeriğin oluşturulmasını ve düzenlenmesini sağlar.
- Bireyselleştirilebildiği ve etkileşimli olduğu için öğrencilerin etkili öğrenmesine yardımcı olur.
- Maliyeti yüksek olan materyaller ve deney araçları yerine daha ucuza daha etkili öğrenme sağlar.

Matematik eğitiminde yıllardır süregelen geleneksel yöntem kullanımı son yıllarda giderek azalmakla birlikte (Sır, 2022) matematik eğitiminde teknolojinin yeri önemli bir noktaya ulaşmıştır (Laborde, 2003). Tüm bu değişimler matematik eğitiminin çok yönlü olarak sürdürülebilmesinin önünü açmıştır (Kaçar & Doğan, 2007) ve matematik eğitiminde teknolojiyi kullanmak lüks olmaktan çıkıp ihtiyaç haline gelmiştir (Gürkaynak, 2015). Nitekim Milli Eğitim Bakanlığı ortaöğretim matematik öğretim programının alan becerileri arasında matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi de bulunmaktadır (MEB, 2024). Bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı bilişsel araçların matematik öğretimine entegre edilmesine ise

teknoloji destekli matematik öğretimi denir. Teknoloji destekli matematik öğretimi yoluyla öğrenciler karşılıklı etkileşim kurarak performanslarını ölçebilir ve eksikliklerini giderebilirler. Ayrıca grafik, animasyon, video vb. araçlarla derse karşı ilgilerini artırabilirler. Bilgisayarlar, soyut matematiksel kavramları dijital dünyada somutlaştırabilir. Hesaplama ve grafik çizmenin yanı sıra, işlemlerin ve analizlerin net sonucuna ulaşarak yeni çözüm yolları da ortaya atabilir (Baki, 2020). Tüm bu olanaklar teknolojinin matematik öğretiminde kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

Teknolojinin matematik öğretiminde kullanımının avantajları şöyle sıralanabilir (Akgündüz, 2019):

- Zamanın etkin şekilde kullanılmasını sağlar.
- Zaman ve mekân ile sınırlı kalmadan her yerde ve her zaman öğrenebilme için ortam oluşturur.
- Öğrenme sorumluluğunu öğrenciye yükleyerek öğretmenin rehber olmasını sağlar.
- Öğrencilerin öğretmenleriyle ve diğer arkadaşlarıyla etkileşim kurmalarına olanak tanır.
- Öğrencilere grup çalışması yoluyla eleştirel düşünme, problem çözmeye, işbirlikçi düşünme, muhakeme etme gibi beceriler kazandırabilir.
- Öğretmen buluta yüklediği dokümanları tekrar kullanabilir ve tekrar öğrencilerle paylaşabilir.
- Aileler de öğrenme sürecine katılarak öğrencilerin performansını izleyebilir.
- Öğrenciler derse katılmadıkları zamanlarda da dokümanlara erişme imkânı bulurlar.
- Farklı birçok teknolojik yazılım ve uygulama kullanılarak öğrencilerin derse karşı olumlu tutum geliştirmeleri sağlanabilir.
- Öğrencilerin içerik üretebildiği uygulamalar yoluyla öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesi sağlanabilir.

Teknolojinin matematik öğretimindeki birçok rolü olmasının yanında, teknolojinin, öğretimi bir hazır paket haline getirmesi durumunda, öğrencilerin öğrenmesi olumsuz etkilendir. Öğretmenin bu süreçte öğrencilerine, teknolojiyi ne zaman ve nasıl kullanacakları konusunda rehberlik etmesi gerekmektedir. Öğrenciler sorgulama, muhakeme etme gibi üst düzey düşünme becerilerini ortaya çıkaracak görevlerle teknolojiyi olumlu bir şekilde kullanmayı

öğrenebilirler (Wiest, 2001). Öğrencilere hazır görevler sunulduğu gibi öğrenciler görevleri kendileri de belirleyebilir.

Matematik öğretiminde teknolojiyi kullanmak her durumda mümkün olmayabilir. Akgündüz (2019), matematik öğretiminde teknolojinin kullanımını olumsuz etkileyen faktörlerin olduğunu belirtmiştir:

- Teknolojik uygulamaların internet gerektirmesi ve özellikle kırsal kesimlerde internete erişim sağlanamaması,
- Okulların teknolojik donanımlar konusunda yetersiz kalması,
- Öğretmenlerin teknoloji doğru kullanamamaları, içerik üretememeleri ve süreci doğru planlayamamaları,
- Küçük yaşlardan itibaren öğretmen merkezli sınıf ortamında bulunan öğrencinin kendi öğrenmesinin sorumluluğunu almak istememesi ve sorumluluklarını yerine getirmeyişi,
- Öğretmenlerin her durumda teknolojinin daha etkili olduğunu düşünmesi ve farklı bir araç kullanmaması, matematik öğretiminde teknoloji kullanımını sınırlayan başlıca faktörlerdendir.

Öğrenme ortamlarında teknolojinin kullanımı önem arz etse de, hangi düzeyde kullanıldığı ve bireylere ne ölçüde katkı sağladığı üzerinde durulmalıdır. Bu nedenle teknoloji yalnızca bir araç olarak kullanılmamalı, bireye etkisinin ne olduğu araştırılmalıdır (Ağırman Aydın & Küçük Demir, 2020). Teknolojinin doğru ölçüde, doğru şekilde ve doğru zamanda kullanılması öğrenme sürecinde olumlu etkiler bırakabilir.

#### **2.4.1.1. Bilgisayar destekli öğretim**

Bilgisayar destekli öğretim bilişim teknolojileri ile öğretimin bir parçasıdır. Bilginin sağlanması, işlenmesi, kullanılması, paylaşılması ve sunulması süreçlerinde kullanılan tüm teknolojilere bilişim teknolojileri denir (Baki, 2008). Bilgisayar destekli öğretim yoluyla, öğrenciler bilgisayarları kullanarak istediği her an her sorunun cevabını alabilmektedirler. Böylelikle konuları daha kolay kavrama ve istedikleri kadar tekrarlama olanağına sahiptirler. Böylelikle özellikle sınıfların kalabalık olması, ders süresinin kısıtlılığı ve öğrencilerin bireysel farkları gibi sınıf ortamında anlama ve kavramayı zorlaştıran olumsuzlukların etkileri en aza indirgenmiş olur (Korucu, 2009). Yani bilgisayar destekli öğretim yoluyla, öğrenme ortamına dair olumsuzlukları en aza indirmek mümkündür.

Bilgisayar destekli öğretim, doğrudan ders içeriği oluşturup sunma, öğrenilmiş bilgileri tekrar etme, deney ve araştırma yapma gibi süreçlerde bilgisayarı kullanmak olarak tanımlanabilir. Bilgisayar destekli öğretim yoluyla, birden çok duyu organına hitap eden içerikler hazırlamak mümkündür. Böylelikle dersin verimli, zevkli ve kalıcı işlenebilmesi sağlanabilmektedir (Cantürk, 2006). Bilgisayar destekli öğretim yoluyla öğrencilere etkili bir öğrenme ortamı sunulabilir.

Bilgisayar destekli öğretimin sunduğu çoklu duyu ortamının, öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu etki edeceği düşünülmektedir. ABD Drexel Üniversitesi'nde 1988-1997 yılları arasında yapılan *E4 Geliştirilmiş Öğrenim Tecrübesi Araştırması* sonuçları göstermektedir ki; öğrenci bir sunum hazırlarken veya araştırma yaparken ne kadar çok duyu organını kullanırsa, elde ettiği bilgiyi o kadar uzun süre hatırd tutabilir (Korucu, 2009). Bilgisayar destekli öğretimde görsellik ve etkileşim arttığından ve sesli anlatımlar, videolar kullanılabilirdiğinden öğrencinin bilgiyi hatırd tutma süresinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Korucu, 2009). Yapılan çalışmalar bilgi teknolojilerinin motivasyonu arttırdığını, sosyal becerileri ve düşünme becerilerini geliştirdiğini ve başarıyı olumlu etkilediğini ortaya koymuştur (Dunn & Ridgway, 1994). Bunun yanında resim, sunum, video gibi çoklu ortamlar yoluyla öğrenme ortamı zenginleştirilebilmekte ve daha eğlenceli hale getirilebilmektedir (Kulik vd., 1985; Ruthven, 1990). Bilgisayarlar, eğitim ortamında öğrencilere ses, video, sunum gibi multimedya kullanımı sağlamakla birlikte öğrenci ve öğretmenlerin e-posta programları aracılığıyla iletişimini de sağlamaktadır. Bilgisayar tabanlı öğrenme yoluyla öğrenciler kendilerine ilham verecek içeriklere erişebilmekte, iş birliği içinde çalışabilmekte, birçok medyayı aynı anda kullanabilmekte ve kendileri için ilgi çekici olan programlardan yararlanabilmektedirler. Öğrenciler en son bilgilere anında ulaşabilmekte, her ortamda rahatlıkla bu programları kullanabilmekte ve öğrenme süreçlerini kendi öğrenme hızlarına göre yönetebilmektedirler. Bunun yanında, bilgisayar tabanlı öğrenme sürecinde ortaya çıkan birçok zorluk bulunmaktadır. Bunlar, öğrenme materyallerinin ve bilgisayar arayüzlerinin tasarımı ve bunların diğer ortamlara entegrasyonu ile ilgilidir (Stanton vd., 2001). Öğrenme ortamları oluşturulurken bu zorlukların farkında olunması ve oluşabilecek engellere karşı önlem alınması öğretimin etkililiğini artıracaktır.

Teknolojinin gelişimi hayatımızın her alanını etkilediği gibi eğitim ve öğretim sürecini de etkilemektedir. Bu değişim bilgisayar teknolojilerinin matematik öğretiminde etkin rol oynamasını gerekli kılmaktadır (Kutluca, 2017). Bilişim teknolojilerinin matematik

öğretiminde kullanılması ise bilgisayar destekli matematik öğretimi olarak adlandırılmaktadır. Wiest (2001), matematik öğretiminde bilgisayarın 4 kategoride kullanıldığını belirtmiştir:

1. Araç yazılımı: Öğretmek amacı gütmeyen hedefe ulaşılmasını kolaylaştıran araçlardır. Elektronik tablolar, veri analizi programları ve dinamik geometri yazılımları araç yazılımlarına örnektir.
2. Öğretim yazılımı: Öğrencilere kavramları öğretmek ve beceri kazandırmak amacıyla kullanılır. Alıştırma ve uygulama; problem çözme, simülasyon ve oyun; kavram yönergesi, değerlendirme, düzeltme ve öğretici olmak üzere 4 türü bulunmaktadır.
3. İnternet: İnternet matematik öğretiminde birçok alanda kullanılabilir. Öğretmenlerin ders planları oluşturup paylaşabilmeleri ve kendi matematik becerilerini oluşturabilmeleri mümkündür.
4. Programlama: Programlama, öğrencilerin mantıklı ve sıralı düşünme becerilerini ön plana çıkartan bilgisayar sistemleridir.

Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut manipülatif, geometri çizim yazılımları veya simülasyonlar gibi teknolojik ürünleri kullanmaları, öğrencilerin bilgileri anlamlı bir şekilde kavramalarında etkili olur (Furner & Marinas, 2007). Ayrıca eğitim ve öğretim sürecinin verimliliğini artırarak öğrenme ortamının zenginleştirilmesinde, öğrencilerin kendi hızında öğrenebilmelerinde ve eğitimde fırsat eşitliği sağlanabilmesinde etkilidir (Küslü, 2015). Bilgisayarlar, verileri işleyen, matematiksel işlemleri hızlı bir şekilde yapan ve bilgileri saklayan teknolojik araçlardır. Bilgisayarlar hesaplama aracı olarak kullanılmadan öte soyut kavramları somutlaştırmakta etkilidir. Matematiksel formüller, semboller vs. ekrana taşınarak analitik anlamayı kolaylaştırırken yeni tahmin, sezgi ve genellemelere de yol açar. Bilgisayarlar yardımıyla karmaşık denklemlerin bile çözümü sağlanabilirken, fonksiyonların grafiğini çizmek veya 3 boyutlu nesnelere dönüştürmek mümkündür (Baki, 2008). Bilgisayar öğrenme sürecinde görsel ve işitsel materyal sunucu veya kritik düşünme ve üst düzey düşünmeyi geliştirici olarak kullanılabilir (Bedeloğlu, 2016). Tüm bunlar bilgisayar destekli matematik öğretimin öğrenme sürecinde bilişsel ve duyuşsal katkılarından dolayıdır.

Bilgisayar destekli matematik öğretimi yoluyla öğrenciler tek başlarına öğrenebilmenin zevkini tadarken işbirlikçi grup çalışmalarına da katılabilirler. Ayrıca matematiksel kavramları küresel verilerle disiplinler arası ilişkilendirebilirler. Multimedya kullanılarak matematiksel kavramların güçlü şekillerde anlatılması ve farklı öğrenme stillerine hitap edilebilmesi mümkündür. Öğrenciler herhangi bir konuda hipotez üretebilir ve hipotezlerinin doğru olup

olmadığını grafik gösterimlerle deneyimleyerek keşfedebilirler (Wiest, 2001). Bilgisayar destekli matematik öğretiminin bilişsel, duyuşsal ve sosyal katkıları göz önünde bulundurularak öğrenme ortamlarına uyarlanması gerekmektedir.

#### **2.4.1.2. Web tabanlı öğrenme**

Bilgisayarların eğitim sürecinde bilgisayar destekli öğretim ve web tabanlı öğretim amacıyla olmak üzere iki ana kullanım alanı bulunmaktadır. Bilgisayar destekli öğretimde; bilgisayar ödev hazırlama, e-posta ve Office programları kullanma gibi rollerde kullanılır. Bir dersin sunumu, web tabanlı hazırlanacaksa veya web tabanlı bir öğrenme materyali kullanılacaksa web tabanlı öğretim kullanılır (Johnson, 2005).

Web tabanlı öğretimin özellikleri şöyle sıralanabilir (Özarslan vd., 2007):

- Etkileşim: Bireylerin, mesafeler ve farklı kültürler gibi olumsuz etkenleri göz ardı ederek, iletişim kurmalarını sağlar.
- Açık sistem: Öğretim kaynaklarını düzenleyip değiştirmek ve geliştirmek mümkündür.
- Aygıt-zaman-mekân esnekliği: Her yerde, her koşulda ve her zaman bilgiye erişim kolaylığı sağlar.
- Elektronik yayın: Elektronik yayın ağları ile tüm dünya çapında bilgiye erişim sağlanabilir.
- Online kaynaklar: İnternet erişimi kullanarak her yerde kaynaklara ulaşılma imkânı sağlar.
- Değişik kültürlerin etkileşimi: Farklı kültürlerden bireylerin iletişim kurabilmesine olanak tanır.
- Kolay kullanım: Her yaşta bireyin hızlı bir şekilde öğrenip kullanmasına uygundur.
- Uygunluk: Her ders ve her yaşta bireye uygun öğretim süreci ve içeriği tasarlamak mümkündür.
- Online destek: Bireylerin özellikle içerik hazırlama sürecinde tıklandıkları noktalarda, konunun uzmanlarından online destek alabilmeleri mümkündür.
- Ders güvenliği: Çeşitli yazılımlar yoluyla dokümanlar kaydedilir, korunur ve güvenli ders içeriği hazırlanabilir.
- Ders geliştirme kolaylığı: Bireyler web destekli materyal hazırlamada yetkin olmasa bile yönergeler ve online destek yoluyla ders ve içerik geliştirebilirler.

- Birlikte öğrenme: Öğrencileri hep birlikte öğrenebilecekleri platformlarda buluşturmak mümkündür.
- Online değerlendirme: Öğretmenler öğrenme sürecini online olarak değerlendirebilirler.

Web tabanlı öğretimde, öğrenme süreci geleneksel öğretime göre dinamiktir ve öğrencilerin istenilen yer ve zamanda dersleri takip edebilmesine olanak sağlar. Web tabanlı öğretimde ses, video, animasyonlar gibi zenginleştirilmiş materyaller kullanılarak öğrencilerin derse ilgisi artırılabilir (Özarslan vd., 2007). Ayrıca zaman ve mekân sınırı olmaksızın bu ilgiyi sürdürmek mümkündür.

Web tabanlı öğretimin avantajları şöyle sıralanmaktadır (Johnson, 2005):

- Öğrenci ile öğretmen arasındaki iletişimi, yer ve zamandan bağımsız olacak şekilde geliştirir.
- Zamandan tasarruf sağlayan etkili bir öğretim yöntemidir.
- Öğrencilerin öğretmenleri ve diğer arkadaşlarıyla etkileşimi ve sosyalleşmesi başarıya karşı motive edici role sahiptir.
- Mesafeler, bireylerin etkileşimi ve birlikte çalışması için engel olmaktan çıkar ve ülkeler ve kültürler arası iletişim sağlanır.
- Öğrencilere ve derslere dair bilgiler otomatik olarak depolanır ve gerektiğinde geri bildirim vermek için kullanılır.
- Öğrenciler iş birliği içinde veya farklı hızlarda öğrenebilirler.
- Öğrenciler sürece katılarak tartışmalar yapar ve etkili çalışmalar üretebilirler.

Özarslan vd. (2007) web tabanlı öğretimin katkılarını şöyle sıralamışlardır:

- Web tabanlı öğretim, ders tasarımı etkin şekilde yapıldığında, öğrenciye iletişim odaklı, öğrenci merkezli, kişisel ve düşük maliyetli öğrenme ortamı sağlar.
- Öğrenci bilgiye farklı yollardan ulaşma yolları ararken üst düzey düşünme becerileri kazanabilir.
- Web tabanlı öğretim, bireylere, grup çalışması, senkronize veya asenkronize öğretim, etkileşimli öğrenme ve çoklu ortam tabanlı yazılımları kullanma gibi öğrenme yolları sunmaktadır.

- Web tabanlı öğretim sürecinde kullanılan etkileşimli araçlar, haberleşme araçları, ses ve görüntü araçları gibi kaynaklar bireylerin araştırma ve sorgulama becerisini geliştirmektedir.

Web destekli öğretim ve web tabanlı öğretim, bilgisayar destekli öğretimin bir türüdür. Web destekli ve web tabanlı öğretimin bilgisayar destekli öğretimden farkı, bu öğretim yöntemlerinde internet kullanımının gerekli olmasıdır. Web destekli öğretimde, bilgi internet üzerinden sunularak, sınıf ortamındaki öğretim etkinliklerine geçilir. Web tabanlı öğretimde ise tüm öğrenme süreci internet üzerinden gerçekleştirilir. Her iki öğretim yoluyla çevrimiçi materyallere erişilebilir, senkron-asenkron iletişim sağlanabilir ve gerçek hayatta yapılması zor ya da imkânsız olan deneyler ve olaylar simüle edilebilir (Çakıroğlu, 2010). Öğretmenlerin bu iki öğretim türünü de doğru zamanlarda kullanmaları öğretimin etkinliğini artıracaktır.

Kirschner ve Paas (2001), web destekli öğrenmenin katkılarını şöyle açıklamışlardır:

- Öğrenmeye erişimin kolaylaşması
- Öğrenme sürecinin kişiselleştirilmesi
- Her seviyeden katılımcıların iş birliği yapabilmesi
- İçeriğin sıklıkla güncellenebilmesi
- Maliyetin düşürülmesi
- Öğrenme sürecinin daha etkin ve verimli hale gelmesi
- Öğrencilerin yeterlilik noktasına daha az zamanda ulaşması

Web tabanlı ve web destekli öğretimin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Treadwell vd. (1998), öğrencilerin web tabanlı öğrenme sürecinde sorumluluklarını yerine getirmemelerinin, öğrencilerin sürece yabancı olmalarının ve internet bağlantıları ile ilgili yaşanan sorunların web tabanlı öğrenme sürecinin sınırlılıkları olduğunu belirtmişlerdir. Özarslan vd. (2007) web tabanlı öğretimin sınırlılıklarını şöyle sıralamışlardır:

- İnternet bağlantısı ile ilgili yaşanan sorunlar veya internet bağlantısının olmaması
- Tarayıcı ya da özel yazılımların gerekliliği
- Erişim problemleri
- Basit düzeyde internet kullanabilme gerekliliği
- Öğretmen ve öğrenciye daha fazla görev yüklemesi

- Kaliteli destek hizmetine ulaşamama

### 2.4.1.3. E- öğrenme

Gelişen teknoloji ve değişen toplumlar, eğitimde geleneksel yöntemlere ek olarak uzaktan eğitimi gerekli kılmıştır ve “e-öğrenme” tanımı ortaya çıkmıştır (Özkul & Aoki, 2007). E-öğrenme, internet kullanılarak oluşturulan uzaktan öğrenme sistemidir (Özarslan vd., 2007). Uzaktan öğrenme sistemleri farklı ortamlardaki öğrenci, öğretmen ve öğretim araçlarını bir araya getiren sistemlerdir (Gülbahar, 2021). Bu sistemler aracılığıyla her bireye ve her materyale ulaşmak mümkündür.

E-öğrenme beş bileşenden oluşan bir sistem olarak görülmektedir (Kirschner & Paas, 2001):

- Gerçek zamanlı iş birliği teknolojisi: Gerçek dünyadan öğretmenlerin rehberliğinde öğrenme süreci işbirlikçi olarak sürdürülür.
- İçerik sağlayıcılar: Bireylerin seviyesine uygun hazırlanan öğrenme içerikleri sunar.
- Yetkinlik değerlendirmesi: Süreçte, bireyin gelişimini izleyebilmek ve doğru şekilde değerlendirmek gerekir.
- Beceri yönetimi: Bireylerin süreçteki deneyimlerinin doğrulamak ve izlemek esastır.
- E-öğrenme yönetimi: Tüm sürecin planlanması, sunulması ve materyallerin seçilmesi e-öğrenme yönetimine dahildir.

E-öğrenmenin öğrenme sürecine olumlu etkileri şöyle sıralanabilir (Duran vd., 2006):

- E-öğrenme öğrenci merkezlidir. Öğrenciye istediği zaman kendi hızıyla öğrenme olanağı sağlar.
- Öğrenciye konu ile ilgili her kişi ve ortama erişim imkânı sağlar. Yüz yüze eğitimde olanaksız olan bu durum e-öğrenme sayesinde mümkündür. Böylelikle öğrenci anlamadığı konu ile ilgili öğretmenler ve öğrenciler ile iletişime geçebilir.
- E- öğrenme ucuz ve kolay erişilebilirdir.
- Öğrenme materyallerini ve içeriklerini güncellemek kolaydır.

- Öğrenci kendi öz değerlendirmesini yapma imkanına sahiptir. Böylelikle hangi kazanımlarda eksikleri olduğunu kendi keşfedebilir.
- Öğrencinin tüm gelişim süreci kaydedilir ve ne ölçüde ilerlediğine dair istatistiki bilgiler elde edilerek öğrenciye geri dönüt yapılabilir.
- Birçok öğrenme içeriği ve materyaline ulaşım imkânı sağladığından, e-öğrenme yoluyla konular daha iyi öğrenilebilir.
- E-öğrenme sürecinde her öğrenciye eşit bilgi ve eşit imkân sağlanabilir.

Kirschner ve Paas (2001), e-öğrenme sürecinin gerçek anlamda öğrenme ortamlarına dahil edilmesi için köklü birçok değişikliğe ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Ancak birçok kurum, bu köklü değişiklikler için yeterli donanım ve bağlantıya sahip değildir. Üstelik insanların birçoğu, e-öğrenmenin bireylere her zaman ve her yerde sınırsız öğrenme imkânı sunmasının sağladığı kolaylıkları ve üstünlükleri hayal etmekte zorlanmaktadır. Hatta elektronik öğrenme materyallerinin basılı materyallerden farklı ve etkili olmadığını düşünen bireyler de çoğunluktadır. Bu durum e-öğrenme kullanımını sınırlayan önemli faktörlerdendir. Bunun yanında bilgisayar donanım arızaları, yazılım kurulum zorlukları ve internet erişim sorunları gibi teknik engeller, öğrencilerin eğitim materyallerine erişimini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, yoğun çevrimiçi trafik ve telefon bağlantılarında sık sık yaşanan kesintiler de öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, yerel arama mesafesinde olmama durumu ve doğrudan kuruma erişilememesi durumunda ek maliyetler de ortaya çıkabilir (Owston, 1997). Tüm bu olumsuzlukların yanı sıra e-öğrenmeye olan ilgi ve ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle e-öğrenme ortamlarının öğrenme sürecine dahil edilmesi öğretim sürecinin etkinliğini artıracaktır.

#### **2.4.1.4. Senkron (eş zamanlı) ve asenkron (eş zamansız) öğrenme**

Eş zamanlı ve eş zamansız öğrenme, uzaktan öğrenme sürecinde öğrencinin tek taraflı olarak yalnızca bilgi alan konumunda olmasının önüne geçer. Böylelikle öğrenci sürece aktif olarak katılabilir (Kuş Serin, 2015).

**1. Eşzamanlı (Senkron) İletişim:** Öğretmen ve öğrenci, bir program dahilinde birebir iletişim kurarak öğrenme faaliyetlerini gerçekleştirir. Öğrenci sayısının çok fazla olduğu durumlarda görüntülü konferans yoluyla iletişim sağlanabilir.

**2. Eşzamanlı Olmayan (Asenkron) İletişim:** Öğrencinin kendi istediği zamanda sunucuya bağlanarak öğrenme sürecine dahil olduğu iletişimidir (Kuş Serin, 2015).

Asenkron eğitim bireyin eş zamanlı olarak sürece katılımını gerektirmediğinden senkron eğitime göre daha yaygındır. Ayrıca asenkron eğitim, iyi tasarlanmış eğitim içerikleri ile etkili bir şekilde kullanılabilir. Ancak asenkron eğitim bireyin toplumdan izole edilmesine ve motivasyonunun azalmasına neden olabilir. Bu nedenle yalnızca asenkron eğitim yerine senkron eğitim ile kullanılan kısmi asenkron eğitim veya iletişim araçlarıyla zenginleştirilmiş asenkron eğitim tercih edilmelidir (Duran vd., 2006). Böylelikle öğrencinin hem bilişsel hem sosyal açıdan doyuma ulaşması sağlanabilir.

Eş zamanlı iletişimde kullanılan sanal sınıf araçları, kullanıcıların çevrimiçi ortamda eş zamanlı olarak ses, görüntü, video gibi veri paylaşımına olanak sağlayan araçlardır. Bu araçlar bireylere çok yönlü öğrenme imkânı sunarken, iletişimi zenginleştirerek uzaktan eğitim sistemlerinin olumsuz etkilerini de azaltmaya yardımcı olur. Bu araçların özellikleri şöyle sınıflandırılmıştır (Yıldırım vd., 2011):

1. İş birliği: Eş zamanlı iletişim araçları farklı konumlardaki bireylere sesli ve görüntülü etkileşim, sohbet gibi yollarla ekipçe çalışma imkânı tanımaktadır.
2. Etkileşim: Bu araçların bireylere anlık sesli ve görüntülü iletişim imkânı sağlaması en önemli özelliklerindedir. Böylece bireyler sanal bir sınıf içerisinde tartışmalar yapabilir ve bilgi paylaşabilirler. Bu yönüyle uzaktan eğitim sürecinde, yüz yüze eğitime bir alternatif olarak kullanılabilirler.
3. Ders içeriklerinin sunumu: Sanal sınıflar yoluyla bireyler paylaşılan bir materyale anında ulaşabilirler. Herhangi bir materyalin sunumunda ise bireyler aynı ekranı görme imkanına sahiptir.
4. Teknolojik altyapı: Bu araçların kullanımında sağlam bir teknolojik altyapıya gerek duyulmaktadır.

Hermans vd. (2009), eş zamansız öğrenmenin, öğrencilerin geleneksel ders ortamlarında alışkın oldukları anında geri dönüt imkânını sağlayamadığından, öğrencilerin beklentilerini karşılamakta yetersiz kalabileceğini belirtmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin beklentilerini karşılayacak açık talimatlar sunmak ve öğrenciler arasında etkili bir destek ağı oluşturmak gerekebilir. Ayrıca sosyal etkileşimden soyutlanmış öğrenme süreçlerinin de öğrencilerin öğrenmeye karşı olumsuz tutum geliştirmesine sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Ortaya çıkan bu sorunlar, gerçekleştirilen eğitimin kaliteli olması için bu alanda hazırlanmış

özel yazılımları ihtiyaç haline getirmiştir. Çünkü istenilen sadece öğrencilere bilgi alabilecekleri sayfalar sunmak değildir; öğrencilerin aktif bir şekilde sürece katılımını da sağlamaktır.

#### **2.4.1.5. Öğrenme yönetim sistemleri**

Eğitim sürecinde kullanılan internet tabanlı yazılımlara öğrenme yönetim sistemleri adı verilmektedir. Bu sistemler derslerin veya eğitimlerin düzenlenip takip edilmesine olanak sağlar (Kuş Serin, 2015). Öğrenme yönetim sistemi kullanarak öğretmenler;

- Öğrencilerin derse katılım durumlarını görebilirler.
- Öğretim sürecindeki içerikleri düzenleyebilirler.
- Sistemi öğrenci özelliklerine göre bireyselleştirebilirler.
- Farklı programlardaki dersleri yönetebilirler.
- Sınav yapabilir ve sonuçlarını takip edebilirler (Kuş Serin, 2015; Ozan, 2009).

#### **2.4.1.6. Web 2.0 araçları**

Yaratıcı içeriklerin oluşturulmasına yardımcı olan araçlara Web 2.0 araçları denir. Web 2.0 araçları, ses, video, metin ve grafik kullanılarak multimedya ürünleri oluşturulmasını sağlar. Bu yönüyle web 2.0 araçları bireyleri tüketici konumundan üretici konumuna taşır (Tezer, 2019).

Web 2.0 araçları üç boyutlu çizimler yapılabilmesine (Sketchup, Unity 3D); anket, quiz, test hazırlanmasına (Kahoot, Riddle, Survey Monkey); sınıf yönetimi sağlanmasına (Classroom, Google Classroom, Skype Classroom); kodlama yapılabilmesine (Kodable, Scratch) olanak tanımaktadır (Tezer, 2019). Ayrıca web 2.0 araçları afiş, pano hazırlama (Canva); zihin/kavram haritası oluşturma (Mindmeister); animasyon hazırlama (Animaker, Powtoon) gibi olanaklar da sunmaktadır.

Matematik öğretiminde Web 2.0 araçlarının kullanımının avantajları şöyle sıralanabilir (Tezer, 2019):

- Öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve derse katılımlarını artırmaktadır.
- Öğrenciler web 2.0 araçlarını kullanmaktan zevk alır.
- Öğrencilere daha kaliteli öğrenme ortamı sunar ve öğrencilere kendi kendine öğrenme fırsatı tanır.

- Öğrencilerin birbiriyle bilgi paylaşımına ve yeni bilgiler üretebilmesine imkân tanır.
- Öğrenme sürecini izlemeye olanak tanır.
- Her yerde ve her zaman kullanılabilir.
- Medya çeşitliliği sağlar.
- Dinamik öğrenme toplulukları oluşturulabilir.
- Her öğrencinin kullanımına olanak sağlayan kolaylıklar sağlar.
- Gerçek zamanlı tartışma sağlar.

Matematik öğretiminde Web 2.0 araçlarının kullanımının dezavantajları şöyle sıralanabilir (Tezer, 2019):

- Öğrenme etkinliklerin oluşturulması ve düzenlenmesinde aksaklıklar yaşanabilir.
- Öğrencilere verilen görevlerin takibi zaman alıcıdır.
- Oluşturulan içeriğin kalitesini korumak zordur.
- Araçların sanal öğrenme ortamlarına entegrasyonu zordur.

Bunun yanında başka bazı sınırlılıkları da şöyle belirtilmiştir (Ergun, 2019):

- Kişisel bilgilerin korunması, ebeveyn izinlerinin sağlanması gibi güvenlik ve etik sorunları bulunmaktadır.
- Çok sayıda web 2.0 aracının olması karar vermeyi zorlaştırmaktadır.
- Birçok web 2.0 aracı kısa süreli ücretsiz kullanımının ardından ücretli kullanım gerektirmektedir.

#### **2.4.1.7. Dinamik geometri yazılımları**

Öğrenciler 3 boyutlu nesnelerin dünyasından 2 boyutlu nesnelerin dünyasına geçişte zorluk yaşarlar. Bu zorluğu aşmalarına yardımcı olan deneyimler yaşamaları öğrencilerin somuttan soyuta geçiş yapmalarına yardımcı olacaktır. Bu deneyimleri, dinamik geometri yazılımları ile yaşamak mümkündür. Dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin matematik kaygısını ve matematiğe karşı olumsuz tutumunu azaltarak öğrenme isteğini artıran dinamik araçlardır (Furner & Marinas, 2007). Dinamik geometri yazılımları, Geogebra, Cabri Geometry ve Geometer's Sketchpad gibi geometri alanına özel geliştirilmiş ve geometriyi bilgisayar

ekranında dinamik hale dönüştürerek neden-sonuç ilişkisini keşfetmeyi sağlayan yazılımlardır (Güven & Karataş, 2003).

Güven ve Karataş (2003), dinamik geometri yazılımlarının özelliklerini şöyle sıralamışlardır:

- 2 boyutlu ve 3 boyutlu geometrik şekilleri oluşturmak çok kolaydır.
- Oluşturulan her şeklin açı, uzunluk, çevre, alan gibi özelliklerini belirlemeye imkân sağlar.
- Dinamik bir yazılım olması sebebiyle nesnelerin ötelenmesine, döndürülmesine ve yansıtılmasına olanak sağlar. Bu sayede öğrenciler, tüm bu işlemler sonucunda, şeklin değişen ve değişmeyen özelliklerini gözleme imkânı bulurlar.
- Şeklin herhangi bir dönüşüme tabi tutulması durumunda, daha önce ölçülmüş tüm nicelikler de dinamik olarak değişir.

De Villiers (1996), dinamik geometri yazılımlarının ortaya çıkmasıyla Öklid geometrisine yeni bir bakış açısı getirildiği ve heyecan verici bir canlanma sağlandığını belirtmiştir. Dinamik yazılımlar yoluyla hazırlanan etkinliklerde ise öğrenciler sürece dahil olup, bilgiyi ezberlemek yerine, kendi bilgilerini inşa ettikleri için kalıcı öğrenme sağlanmış olur (Işıksal & Aşkar, 2003). Ayrıca dinamik yazılımlar, matematiksel temsilleri somutlaştırarak ve etkileşim kazandırarak dinamik bir yapıya sahip olmalarını sağlar (Hegedus & Moreno-Armella, 2010). Böylelikle öğrenciler şekil-nesne üzerinde yaptıkları herhangi bir değişimin sonucunu gözlemleyerek neden-sonuç ilişkisi kurabilirler.

Sinclair ve Crespo (2006), dinamik geometri yazılımlarının, “sürekli hareket, ilişkilendirme ve iletişim” olarak adlandırılan üç temel özelliği olduğunu belirtmişlerdir. Sürekli hareket; dinamik yazılımların en temel özelliğidir ve herhangi bir nesnenin konumunu ve yönünü değiştirmeye olanak sağlar. İlişkilendirme özelliği, öğrencilerin şekiller ve sayılar arasında ilişki kurmasını sağlar. Herhangi bir nesneye bir dönüşüm uygulandığında, bu nesnenin bir özelliğini niceleyen değerlerde herhangi bir değişiklik olup olmadığını ve hangi durumlarda değişim gözlenebileceğini yordamak ilişkilendirme özelliği ile ilgilidir. İletişim özelliği ise dinamik yazılımların menü ve komutlarını algılayabilmeyi kapsar.

Arcavi ve Hadas (2000), dinamik geometri yazılımlarının özelliklerini şöyle sıralamışlardır:

1. Görselleştirme: Görseller oluşturmak, bu görsellere dair bilgileri keşfetmek ve görsellere çeşitli dönüşümleri uygulayabilmek görselleştirme özelliği ile ilgilidir.
2. Deneyim: Dinamik ortamlarda görseller oluşturmanın yanı sıra bu görsellerle dinamik ortamda deneyler ve ölçümler yapmak mümkündür.
3. Sürpriz: Öğrenciler deneyimleri sonucunda beklenmedik bir sonuç elde ederlerse onları doğru yönlendirmek için hazırlanmış bir soru taslağı bulunmalıdır. Böylece öğrenci sürpriz sonucun hangi durumdan kaynaklandığını tespit edebilecek ve hipotezlerini yeniden gözden geçirebilecektir.
4. Dönüt: Öğrenci doğru adım atmadığı konusunda dönütler almak ister. Bu dönütler öğretmen rehberliğinde, öğrencinin adımlarını kontrol etmesini ve hatalarını düzeltebilmesini sağlar.
5. Deneyim-dönüt-yansıtma döngüsü: Öğrenci eylemleri sonucunda bir varsayımın doğrulanmasına yol açacak beyin fırtınalarına sevk edilmelidir.

Hegedus ve Moreno-Armella (2010), dinamik geometri yazılımlarının özelliklerini şöyle sınıflandırmışlardır:

1. Navigasyon (gezinme): Ekran üzerinde nesnelere hareket ettirebilme, sürüklenme, yakınlaştırma ve simülasyon dünyalarına ulaşabilme
2. Etkileşim: Nesnelere tıklayarak onları sabit tutabilme veya sürükleyebilme, değiştirebilme özelliği
3. Açıklama: Nesnelere özellikleri, işaretleri değerler veya metinler kullanılarak açıklanabilir.
4. Yapı: Matematiksel şekiller, parçalar kullanılarak yeniden oluşturulabilir.
5. Simülasyon: Matematiksel nesnelere kullanılarak animasyonlar oluşturulabilir veya matematiksel bir işlem, formül vb. somutlaştırılarak canlandırılabilir.
6. Manipülasyon: Matematiksel nesnelere üzerinde, matematiksel kurallara uyarak, değişimler yapılabilir ve bu değişimlerin sonuçları izlenebilir.

#### **2.4.1.7.1. Geogebra**

Geogebra, geometri, cebir, grafik, hesap tabloları ve istatistiği her düzeyde öğrenci için bir araya getiren bir dinamik geometri yazılımıdır (Geogebra, 2023). 190'dan fazla ülkede 1 milyonun üzerinde kullanıcısı olan Geogebra, 57 dile çevrilmiştir (Bedeloğlu, 2016). Geogebra,

ücretsiz olması ve mobil uygulamasının da olması sebebiyle öğretmenler ve öğrenciler tarafından tercih edilmektedir. Bunun yanında kullanımının kolay olması da her seviyedeki öğrencinin kullanmasına olanak sağlamaktadır.

Dikovic (2009) Geogebra'nın avantajlarını şöyle sıralamıştır:

- Geogebra grafik hesap makinesinin özelliklerini taşımakla birlikte kullanımı daha kolaydır.
- Geogebra'nın temel amacı, öğrencilerin, bağımsız şekiller üzerinde değişimler yaparak ve bu değişimlerin bağımlı nesnelere nasıl etki ettiğini gözlemleyerek geometriyi daha iyi anlamalarını sağlamaktır.
- Geogebra öğrencilere arayüzü kullanarak istedikleri renk, şekil, kalınlık vs. özelliklerde kişiselleştirilmiş nesnelere oluşturmaya imkân tanır.
- Geogebra'da öğrenciler bireysel çalışma ya da grup çalışması yapabilirler.
- Geogebra'da yapılmış olan çalışmaları web sayfası olarak paylaşmak mümkündür.

Tüm bu avantajların yanında Geogebra yazılımını kullanmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır (Dikovic, 2009):

- Programlama konusunda tecrübesi olmayan öğrenciler, cebir penceresine komut yazarken sıkıntı yaşayabilirler.
- Birçok öğrenci, Geogebra'da şekiller üzerinde dönüşümler yapabilecek ve sonuçları yorumlayabilecek yeterliğe sahip değildir.
- Geogebra'da animasyon desteği bulunmamaktadır.

#### **2.4.1.8. Sanal manipülatifler**

Yeniçeri (2003), sanal manipülatifleri Java tabanlı olarak hazırlanmış, bireylerin etkileşimine imkân sağlayan, çevrimiçi veya bilgisayara indirilerek kullanılabilen ve soyut kavramları somutlaştırmaya yarayan materyaller olarak tanımlamıştır. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016), ise sanal manipülatiflerin yalnızca Java değil diğer programlama dilleri kullanılarak da hazırlanabileceğini belirterek başka bir tanım yapmışlardır. Bu tanıma göre, sanal manipülatifler, matematiksel kavramlara ait temsilleri etkileşimli ve dinamik şekilde sunan, teknoloji etkin görsel temsillerdir. Bir matematiksel gösterimin sanal manipülatif olabilmesi için a) teknolojinin etkin kullanılması, b) herhangi bir programlama dilinde

oluşturulması, c) teknoloji destekli herhangi bir araç kullanılarak ulaşılabilir olması gerekmektedir (Moyer-Packenham & Bolyard, 2016).

Sanal manipülatifler, onluk taban blokları, tangramlar, desen blokları gibi manipülatiflerin görsel kopyalarıdır. Matematik öğretimde somut olarak kullanılan kesir çubukları, onluk bloklar, tangram gibi materyallerin web temelli olarak hazırlanmış halleri sanal manipülatifleri temsil eder (Moyer vd., 2002). Web tabanlı sanal manipülatifler, nesnelere, çoklu gösterimler sunarak ve nesnelere üzerinde eyleme geçerek matematiksel kalıpları test etme, gözden geçirme ve değerlendirme imkânı sağlar (Bos, 2008). Matematik öğretiminde somut materyallerin yanı sıra sanal manipülatifleri kullanmak daha az maliyetli ve daha erişilebilirdir.

Sanal manipülatifler fiziksel manipülatiflerle benzer özelliklere sahip olmalarına rağmen, kullanıcılara nesnelere hareket ettirme ve hareketlerinin geri bildirimini alma olanağı sağlaması yönünden, öğrenme sürecinde daha anlamlı etkiye sahiptirler. Sanal manipülatifler görsel bir görüntü sağladığı; fiziksel bir model gibi üzerinde eylemler gerçekleştirebildiği ve fiziksel modellerin aksine, eylemler ile sözcükler ve sembolleri eşleştirebildiği için diğer materyallerden farklı özelliklere sahiptir. Sanal manipülatiflerin gücü, matematiksel kavramları, temsilleri ve fikirleri birbirine bağlamasından kaynaklanmaktadır (Moyer vd., 2008).

Duffin (2010), sanal manipülatiflerin güçlü yanlarını şöyle sınıflandırmıştır:

**Kısıtlamalar:** Öğrencilerin dikkatini matematiksel kavramlara odaklayacak şekilde kısıtlama imkânı sağlar.

**Sınıflama:** Sanal manipülatifleri, yalnızca belli etkinliklerde kullanılmak üzere yapılandırmak mümkündür. Böylelikle zamandan tasarruf sağlanır ve yalnızca belli bir konuya odaklanılabilir.

**Dinamik Görselleştirme:** Kavramları görsel temsilleriyle ilişkilendirme olanağı tanır.

**Çoklu Temsiller:** Matematiksel kavramların farklı şekillerde gösterimlerine ve bu temsiller arası ilişkilerin kurulmasına yardımcı olur.

**İpucu ve Anında Geri Dönüt:** Manipülatifler, gerektiğinde ipucu verecek veya hatalar hakkında geri bildirim sağlayacak şekilde özelleştirilebilirler.

**Simülasyonlar:** Sınıf ortamında yapılamayacak deney, etkinlik vs. manipülatifler yoluyla kısa zamanda gerçekleştirilerek sonuçları hakkında bilgi edinilebilir.

**Öğretim dizileri:** Öğrenmeyi sağlayan etkinlikler, çevrimiçi materyallere gömülebilir.

**Maliyet:** Ücretsiz olarak birçok sanal manipülatife erişim mümkündür.

**Kaydetme:** Tekrar kullanılmak veya sonuçlarını raporlamak için sanal manipülatiflerde yapılan etkinlikleri kaydetmek veya yazdırmak mümkündür.

**Bakım:** Sanal manipülatifler bozulmaz, kaybolmaz veya bakım gerektirmez.

**Erişim:** İnternetin olduğu her yerde kolayca erişilebilir.

Sanal manipülatifler, dinamik ve statik olmak üzere ikiye ayrılır. Statik manipülatifler, kitaplardaki resimler ve çizimleri temsil eden görsel imgelerdir. Bu tür manipülatifler, somut materyallere benzerler ancak somut materyaller gibi kaydırma, çevirme gibi eylemlere imkân tanımazlar. Bu açıdan gerçek anlamda sanal manipülatif sayılmazlar. Dinamik manipülatifler ise, kitaplardaki resimlere ve çizimlere benzeyen görsel imgelerdir. Bu tür manipülatifler, fare yardımıyla, farklı boyutlardan incelenebilir ve gerçek bir somut materyal gibi kaydırma, çevirme gibi işlemlere olanak tanır. Bu anlamda gerçek sanal manipülatifler dinamik olanlardır, denilebilir (Moyer vd., 2002).

Sanal manipülatifler içerikleri açısından farklı özelliklere sahiptirler (Moyer vd., 2008):

- a) Yalnızca resim içeren görüntüler
- b) Resim ve sayısal değer içeren görüntüler
- c) Simülasyonlar
- d) Yönlendirme ve geri bildirim sağlayan resimli ve sayısal veri içeren görüntüler

Matematik dersinde kullanılacak bazı sanal manipülatifler şunlardır (<http://www.erolkarakirik.com/samap/vmanipulatives.html> adresinden edinilmiştir):

1. NLVM (National Library of Virtual Manipulatives) : <http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>
2. Wisweb: [https://www.fi.uu.nl/wisweb/applets/mainframe\\_en.html](https://www.fi.uu.nl/wisweb/applets/mainframe_en.html)
3. Nrich Math: <http://nrich.maths.org/9487>

4. Phet: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=math&type=html,prototype>
5. Computing Technology For Math Excellence: [http://www.ct4me.net/math\\_manipulatives.htm](http://www.ct4me.net/math_manipulatives.htm)
6. Mathigon: <https://mathigon.org/polypad>
7. Pearson: <https://media.pearsoncmg.com/curriculum/math/Tools/MTindex.html#&ui-state=dialog>
8. Shodor: <http://shodor.org/interactivate/activities/>
9. Math Playground: [https://www.mathplayground.com/math\\_manipulatives.html](https://www.mathplayground.com/math_manipulatives.html)
10. Toy Theater: <https://toytheater.com/category/teacher-tools/virtual-manipulatives/>
11. Didax: <https://www.didax.com/math/virtual-manipulatives.html>
12. Math Learning Center: <https://www.mathlearningcenter.org/apps>
13. NCTM Illuminations: <https://illuminations.nctm.org/Search.aspx?view=search&type=ac>
14. Eba: <https://eba.gov.tr/>

Sanal manipülatiflerin kullanımının bazı faydaları aşağıda verilmiştir:

- Okullara ücretsiz temin edilebilirliği ve öğrencilerin okulda sürekli kullanabilmesi (Moyer vd., 2002).
- Her zaman, her yerde erişim (Moyer vd., 2002).
- Görsel ve sözel kodları aynı anda sunabildiğinden öğrencilerin bilişsel öğrenme sürecinde etkilidirler (Moyer vd., 2008).
- Sanal manipülatifler, öğrencilerin araçlarla etkileşime girerek kavramları anlamlandırmalarına ve fikirler oluşturmalarına yardımcı olur. Fiziksel araçların aksine sanal manipülatifler, geribildirim ve etkileşim sağlayarak, öğrencilerin matematiksel görevlere odaklanmasına olanak sağlarlar (Durmuş & Karakırık, 2006; Moyer vd., 2008).
- Sanal manipülatifler, öğrencilerin kavramlar arası bağ kurarak gerçek hayat problemlerine uygulamalarına olanak sağlarlar (Moyer vd., 2008).
- Sanal manipülatifler öğretmenlere, çoklu temsillerle desteklenen öğretim ortamı oluşturmalarında yardımcı olurlar (Moyer vd., 2008).

- Sanal manipülatifler, fiziksel manipülatiflerin birden fazla eylem ve sonuçlarını takip etme gerekliliğinin oluşturduğu aşırı bilişsel yükü hafifletmekte etkilidirler (Suh & Moyer, 2008).
- Sanal manipülatifler, ilişkisel düşünme ve cebirsel akıl yürütme becerilerini geliştirirler (Suh & Moyer, 2007).
- Sanal manipülatifler, soyut kavramları dinamik görsellerle birleştirerek şekillerle semboller arasında köprü görevi görürler (Reimer & Moyer-Packenham, 2005).

Öğretim sürecinde sanal manipülatifleri kullanmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

- Öğretmenlerin sanal manipülatifleri öğretim sürecine entegre etmede deneyimlerinin olmaması (Reimer & Moyer-Packenham, 2005).
- Bilgisayarlarda ve internet bağlantılarında yaşanan sıkıntılar (Reimer & Moyer-Packenham, 2005).

Sanal manipülatiflerin kullanımındaki sınırlılıkları aşabilmek için Clements ve McMillen (1996) öğreticilere aşağıdaki önerilerde bulunmuşlardır:

- Öğrencilerin fikirlerini değerlendirmek için sanal manipülatifler kullanılmalı.
- Öğrenciler, eylemleri üzerinde düşünmek ve bunları değiştirmek için yönlendirilmeli.
- Öğrencilerin iş birliği içinde çalışmaları sağlanmalı.
- Sınıftaki, tartışmalara odaklanmak için bilgisayar ve geniş ekran kullanılmalı.
- Yazılımın amacı, gerekli donanımlar vs. gerekli bilgileri elde etmeli.
- Programlar uygun konularda, uzun süreli kullanılmalı.

Sanal manipülatifler, her ne kadar fiziksel manipülatiflerin yerine kullanılsa da, bazı araştırmacılar tarafından fiziksel ve sanal manipülatifleri birlikte kullanmanın gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Çünkü fiziksel materyaller, dokunarak tüm özellikleri keşfetme imkânı sağlarken, sanal manipülatifler materyallere dinamiklik katar. Bu nedenle, matematik dersinde kullanılacak materyaller enstrümantasyon süreci dikkate alınarak özenle oluşturulmalıdır (Durmuş & Karakırık, 2006). Bu süreçte öğretmen bilgi ve tecrübelerini kullanarak sanal veya somut materyalleri kullanabileceği doğru konu, etkinlik ve zamanı belirleyebilmelidir.

## 2.4.2. Karikatür

Karikatür kelimesi, Türk Dil Kurumu sözlüğünde *insan ve toplumla ilgili her tür olayı konu alarak abartılı bir biçimde veren, düşündürücü ve güldürücü resim* olarak tanımlanmaktadır. Karikatür sözcüğü Fransızca, hayvan başlı resim sanatı, anlamına gelen *caricature* kelimesinden türetilmiştir (TDK, 2025). Kabapınar (2020), karikatürleri, bir mesajı abartılı bir anlatımla ve yoğun görsel öğeler kullanarak sunmak olarak tanımlamaktadır.

Karikatürleri farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Karikatürler sözel öge içermesi bakımından yazılı ve yazısız olarak ikiye ayrılırlar. Yazısız karikatürlerde yalnızca çizim ve görsel öğeler bulunurken, yazı bulunmaz. Bu tür karikatürler bireyin zihnini aktif tutarak bilgi oluşumunu ve yorumlama gücünü destekler. Yazılı karikatürlerde ise sözel ve görsel öğeler birlikte kullanılır. Bu tür karikatürlerde mesajı anlamak daha kolaydır (Kabapınar, 2020).

Karikatürler görsel öğelerin miktarına göre tek kare ve bant karikatür olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tek kare karikatürlerde aktarılmak istenen mesaj tek bir karede sunulur. Bant karikatürlerde ise birbirini tamamlayan birden fazla kare artarda sıralanarak ve hikâyeleştirilerek sunulur (Kabapınar, 2020).

Karikatürler; temalarına göre politik karikatürler, esprili karikatürler, açıklayıcı-aydınlatıcı karikatürler olarak sınıflandırılabilirler. Karikatürler eğitim sürecinde sadece görselliği desteklemek ve mizah sağlamak için değil; sorgulama ve düşünme becerilerini ortaya çıkarmak için de kullanılan araçlardır. Bu durum matematik eğitiminde kullanılan karikatürler için farklı bir sınıflandırma yapma gereksinimini doğurmuştur. Matematik eğitiminde kullanılan karikatürler ikiye ayrılır:

1. Eğlence ve dikkat çekme yönü öne çıkan karikatürler: Matematiğe ve matematikçilere olan düşüncelerin mizahi amaçla abartılı veya eleştirel şekilde işlendiği karikatürlerdir. Bu tür karikatürler ders kitaplarında, popüler bilim dergilerinde ve internet sitelerinde sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bu karikatürlerin amacı matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmek ve öğrencilerin ilgisini çekmektir.
2. Tartışma, beyin fırtınası, araştırma ve düşündürme yönü öne çıkan karikatürler: Bunlar hiciv ve düşündürme yönü öne çıkan karikatürler ile kavram karikatürleri olmak üzere ikiye ayrılır (Uğurel & Moralı, 2006).

Hiciv ve düşündürme yönü öne çıkan karikatürler; matematiksel kavram, kural ve genellemelerin üzerinde düşünülerek kritik noktaların fark edilmesi ve akıl yürütme yoluyla beyin jimnastiği yapılmasını amaçlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin konu hakkında bireysel fikirleri ön plana çıkartılarak olumsuz tutumlarının değiştirilmesinde de kullanılabilir (Uğurel & Moralı, 2006).

Kavram karikatürleri ise matematik eğitiminde en sık kullanılan karikatürlerdir. Kavram karikatürleri, diğer karikatürler gibi mizahi ve abartılı öğeler içermiyor olsa da görsel öğeler içerdiğinden karikatür sınıfında değerlendirilmektedir. Kavram karikatürlerinde üç ya da daha fazla karakterin, bir konu hakkındaki fikirleri, konuşma balonları şeklinde sunulmaktadır. Bazen bu fikirler yanlışları ve hatalı bakış açılarını da içerebilmektedir. Kavram karikatürleri İngiltere başta olmak üzere Norveç, Avustralya, İsveç ve Rusya gibi pek çok ülkede öğretim ve ölçme-değerlendirme aracı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Kavram karikatürlerinin en temel amacı bir kavram veya konu hakkında öğrencilerin görüşlerini ortaya çıkaracak bir tartışma başlatmaktır. Kavram karikatürlerinin matematik dersinde kullanılmasıyla kavram yanlışları ortaya çıkarılabilir, beyin fırtınası ve tartışma ortamlarıyla matematiksel düşünme becerisi geliştirilebilir ve öğrenme süreci sınıf dışına taşınabilir (Uğurel & Moralı, 2006; Ünüvar, 2009). Ayrıca öğrenme süreci monotonluktan uzaklaştırılmış olur.

Keogh vd., (1998) kavram karikatürlerinin özelliklerini şöyle açıklamışlardır:

- Her yaştan ve düzeyden bireyi çekebilecek kadar minimal miktarda metin içerirler.
- Günlük hayatla bağlantılı fikirlere dayanır.
- Öğrencilere doğru gelen alternatifler kullanılarak kavram yanlışları ortaya çıkarılır.
- Alternatifler bilimsel olarak kabul gören fikirlerden oluşur.
- Alternatiflerin her biri eşit oranda doğru görülmektedir.

### **2.4.3. Matematik tarihi**

Matematik öğretiminde matematik tarihinin kullanımı ve etkileri yıllardır üzerinde durulan bir konudur (Fauvel & Maanen, 2000). Matematik tarihi, matematiğin her çağını ele alan ve her yaş kitlesine hitap eden, özel bir matematik dalıdır. Matematik alanında yapılmış en küçük keşfin bile önem arz ettiği bu alana dair elde edilen her bilgi, öğrenme sürecini ileriye

taşıyan bir adım niteliğini taşımaktadır (Salvador vd., 2013). Bu nedenle matematik tarihini bilmek öğrenme süreci için önem arz etmektedir.

Matematik tarihi ile zenginleştirilen öğrenme ortamlarında öğrenciler, matematiğin insan çabasıyla geliştiğini ve kendilerinin de bu gelişime katkı sağlayabileceklerini algırlar. Matematiğin ne olduğu hakkında bilgi edinen bireyler matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirebilirler. Böylelikle öğretmenler öğretim sürecinde matematik tarihini güçlü bir araç olarak kullanabilirler. Matematik tarihindeki olaylar öğrencilerin yaratıcılığını ve matematiğe olan ilgisini artırırken, öğretmenlerin de öğrencilerin zorluk yaşayabilecekleri kavramları keşfetmelerinde etkili olur. Öğretmenler ve öğrenciler matematik tarihinde kendilerine eşlik edecek karakterler seçerek problem çözme sürecinde yalnızlık hissetmezler (Shara, 2013). Matematik tarihi kullanılarak matematiğin;

- birçok farklı kültürün etkileşiminin sonucu olduğunun,
- diğer disiplinler ile iç içe olduğunun,
- zamanla değişim gösterdiğinin,
- bilimi, sanatı ve sosyal gelişimi destekleyen bir güç olduğunun farkına varılabilir (Clark vd., 2016).

Matematik tarihinin, matematik eğitiminde kullanımı açık ve örtülü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Matematik tarihinin açık kullanımında, eğitimci bir kavramın gelişimini ve ilerleyişini öğrencilere detaylı bir biçimde sunar. Bu tarz kullanımda tarih vurgusu ön plandadır. Matematik tarihinin örtülü kullanımında, matematik tarihi, tarihsel ayrıntılara girilmeden ve bir amaç olarak kullanılmadan, öğrenme sürecine dahil edilir. Burada bir konunun veya kavramın öğretiminde, gerek duyuldukça, matematik tarihine değinilir; ancak amaç matematiği anlamaktır. Bu iki kullanım şekli birbirini dışlamaz; ancak öğrenme sürecinde her ikisi de tamamlayıcı yollarla kullanılabilir (Panagiotou, 2010). Bu iki yöntemin doğru zamanlarda kullanılması öğretimin etkinliğini artıracaktır.

Matematik tarihi öğrenme ortamlarında şu amaçlarla kullanılabilir (Tzanakis vd., 2002):

- Matematik öğretimi;
- Matematik ve matematiğin doğasına dair fikirlerin ortaya çıkarılıp geliştirilmesi;
- Öğretmenlerin pedagojik bilgileri;
- Matematiğe yönelik olumlu tutumun geliştirilmesi;

- Matematiğin toplumsal ve kültürel bir kavram olarak benimsenip değer görmesi.

Fried (2001), matematik tarihinin derslerde kullanımını iki stratejiye dayandırmıştır:

1. Ekleme stratejisi: Bu stratejide, müfredatta herhangi bir değişiklik yapılmamakla birlikte, müfredatın kapsamı genişletilmektedir. Müfredatın kapsamı, matematikçilerin hayat hikâyeleri, tarihsel problem vb. yoluyla genişletilebilir.
2. Uyarlama stratejisi: Bu stratejide, müfredat koşullara göre uyarlanır. Konunun tarihsel bir şemaya göre uyarlanması veya tarihsel bir gelişimin kullanılması bu stratejiye örnektir.

Fried (2001), matematik tarihinin kullanımında ekleme stratejisinin zaman alıcı olduğunu ve yoğun olan okul müfredatı kapsamında uygulanmasının zor olduğunu belirtmiştir. Uyarlama stratejisinin kullanımında ise, ilgisiz ve doğru kullanılmayan tarihsel içeriklerin tarihi değersizleştirileceğini belirtmiştir. Bu bakımdan matematik tarihinin derslerde doğru ölçüde ve doğru zamanda kullanılması önem arz etmektedir.

Matematik tarihinin matematik öğretimine faydaları şunlardır:

- Öğrencilerin kavramları, konuları ve bunların nasıl keşfedilip değişim gösterdiğini anlamalarında yardımcı olabilir (Panagiotou, 2010).
- Matematik tarihi, öğrencilerin, matematiğin bireylerin yaşamlarından etkilenen sosyal ve dinamik bir süreç olduğunu ve bireylerin ihtiyaçlarına göre şekillendiğini görmelerini sağlayarak matematiğin günlük hayatla iç içe olduğunu anlamalarında etkilidir (Panagiotou, 2010).
- Matematik tarihi, öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve olumlu tutum geliştirmelerinde yardımcı olabilir (Panagiotou, 2010).
- Matematiksel dünyaya farklı bir pencereden bakma imkânı sağlar (Bekiroğlu & Yalçın, 2024).
- Öğrenciler matematiksel kavram, sembol ve işlemlerin geçmişten günümüze kadar değişimini inceleme fırsatı bulurlar (Bekiroğlu & Yalçın, 2024).
- Soyut matematiksel nesnelerin geçmişteki uygulamaları kullanılarak somutlaştırılması mümkün olabilir ve bu yolla öğrencilerin matematik dersine olan motivasyonları artabilir (Van den Bogaart-Agterberg vd., 2022).
- Başlangıçta ilgisiz gibi görünen konular ilişkilendirilebilir (Tzanakis vd., 2002).

- Matematik tarihi, kavramların gelişiminde kullanılabileceği gibi üst düzeyde bilişsel görevlerin tasarlanması için de etkili bir araçtır. Böylelikle öğretmenler, matematiği formül ezberletmek yerine uygulamalı olarak gösterme imkânı bulur. Bu bakımdan matematik tarihi öğrencilere yaratıcı ve bilişsel açıdan zorlayıcı görevler için fırsat kaynağı olarak görülebilir (Van den Bogaart-Agterberg vd., 2022).

Matematik tarihinin derslerde kullanımının birçok avantajı olduğu gibi dezavantajı da bulunmaktadır. Öncelikle öğretmenlerin matematik tarihini etkin kullanabilmeleri için, temel matematiksel kavramların ardındaki tarihsel bilgilere sahip olmaları gerekir (Mersin & Durmuş, 2021). Ayrıca matematik tarihi ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında, materyallerin ve bu materyallerin nasıl kullanılacağına dair bilgileri içeren kılavuzların eksikliği, öğrenme sürecini olumsuz etkilemektedir (Fauvel & Maanen, 2000). Matematik eğitiminde matematik tarihini kullanmak, öğretimi zenginleştirdiği gibi müfredattaki her konu için bir tarihsel figür veya fikir sunmayı sağlayabilir. Ancak, bu durum bireyi, matematik tarihini ilgili olanı kabul eden ve ilgili olmayanı dışarı atan bir araştırmacıya dönüştürebilir (Fried, 2001).

Siu (2007), öğrenme ortamında tarihin kullanımını konusunda birtakım engellerin olduğunu vurgulamıştır. Siu (2007), engelleri kapsayan cümleleri şu şekilde sıralamıştır:

- *Yeterli zamanım yok.*
- *Tarih matematik değildir.*
- *Sınavlarda matematik tarihi ile ilgili soru sorulur mu?*
- *Öğrencilerin notlarını yükseltmez.*
- *Öğrenciler matematik tarihi ile ilgilenmez.*
- *Öğrenciler matematik tarihini, tarih dersi ile ilişkilendirerek tarih dersinden de soğurlar.*
- *Öğrencilere matematik tarihi ile uğraşmak sıkıcı gelir.*
- *Matematik tarihi için gerekli materyallere ulaşmak zordur.*
- *Matematik tarihi uzmanlık alanım değil. Doğru kaynaklar hazırladığımdan nasıl emin olabilirim?*
- *Öğretmenler matematik tarihi ile ilgili yetkin değiller.*
- *Öğrenciler yapılan uygulamaları değerlendirmek için yeterli bilgiye sahip değiller.*

- *Matematiğin amacı geriye dönmek değil zor problemleri çözmektir.*
- *Matematik tarihi öğrencilerin kafasını karıştırabilir.*
- *Matematik tarihinin akademik başarıyı artırdığına dair bir çalışma var mı?*

Matematik tarihinin derslerde kullanımına dair, belirtilen engellere rağmen, matematiksel kavram ve teoremlerin ortaya çıkış süreçlerini öğrenmek, matematikçilerin hayatlarından kendileri ile özdeşleştirebilecekleri kesitler duymak öğrencilerin derse olan ilgilerini artıracaktır. Bu nedenle matematik tarihine öğretim sürecinde yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

#### **2.4.4. Dijital hikâye**

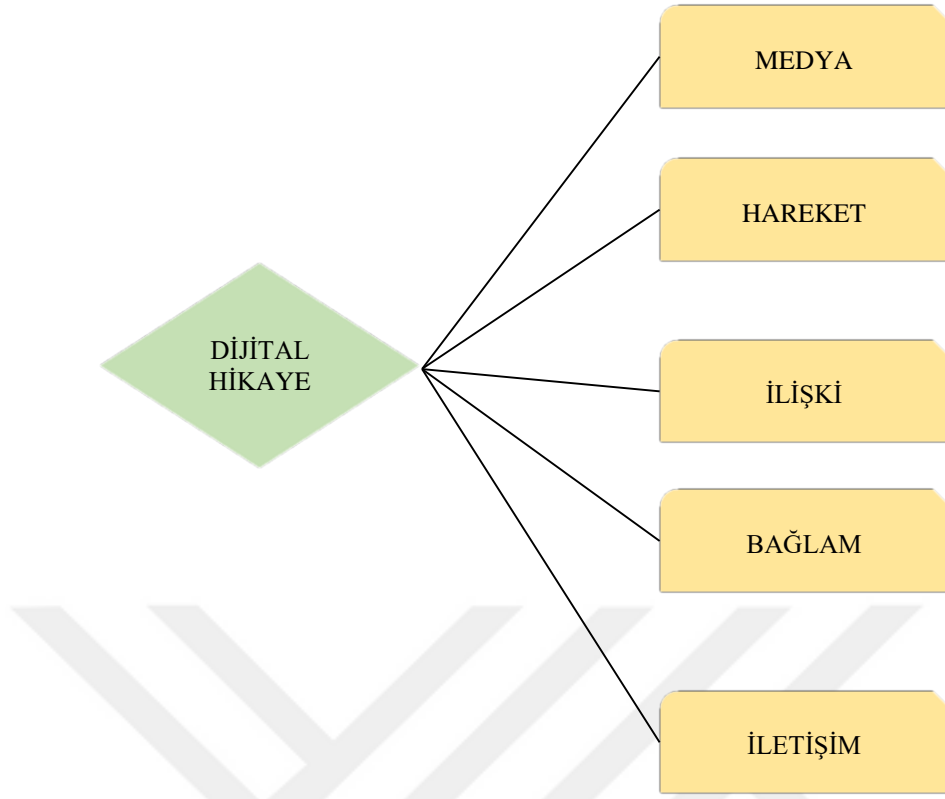
Hikâyeler yüzyıllardır sözlü veya yazılı olarak nesilden nesile aktarılmış ve günümüze kadar ulaşmıştır. Gelişen bilim ve teknoloji, hikâyelerin aktarılma biçimini de etkilemiştir. Günümüzde hikâyelerin bireylere katkı sağlaması beklenirken aynı zamanda dikkatlerini çekecek kadar etkileyici ve ilgi çekici olması da gerekmektedir. Bu nedenle kâğıt üzerine yazılan yerine bilgisayar ortamında oluşturulan dijital hikâyeler öne çıkmaktadır. Bu süreçte hem hikâye oluşturma hem de teknoloji kullanma konularında yetkin olmak gerekir (Dinçer, 2019). Aksi takdirde dijital hikâyenin kalitesi öğrenciyi etkileyecek düzeyde olmayabilir.

Dijital hikâye, bir konu, bir olay veya hikâyenin müzik ile birleştirilmiş hareketsiz görüntüler kullanılarak anlatılmasından oluşur. Aslında dijital hikâyeler, grafik, metin, video, ses ve müzik gibi öğelerin birleşiminden oluşur (Robin, 2006). Dijital hikâye kavramı, Dijital Hikâye Merkezi'nde (Center of Digital Storytelling) Joe Lambert ve Dana Atchley'nin çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır (Bull & Kajder, 2004).

Dijital hikâyeler üç ana gruba ayrılabilir:

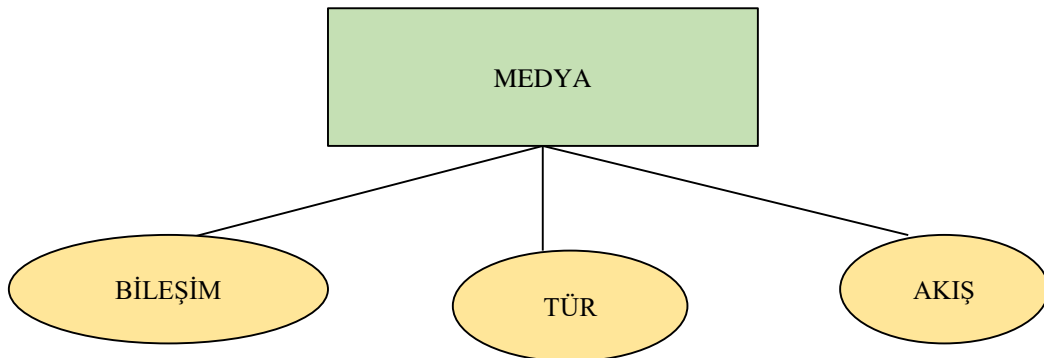
1. Kişisel anlatılar: Bu tür hikâyeler, bireylerin kişisel deneyimlerini paylaştıkları hikâyelerdir. Bu tarz hikâyeler, öğrencilerin hikâye sahibi ile empati kurmasında etkilidir.
2. Tarihi belgeseller: Geçmişteki olay ve belgelerin kullanıldığı dijital hikâyelerdir.
3. Eğitici hikâyeler: Herhangi bir konu alanını öğretmek ya da o konu hakkında öğrencileri bilgilendirmek için oluşturulmuş hikâyelerdir (Robin, 2006).

Dijital hikâyeler, Şekil 2.4.'de verilen 5 öğeden oluşmaktadır (Paul & Fiebich, 2005):



Şekil 2.4. Dijital hikâyenin bileşenleri.

**1-Medya:** Medya kullanımı bileşim, tür ve akış öğelerinden oluşur. Bileşim, kullanılan medyaların birbiriyle ilişkisidir. Bileşim tek medyadan oluşabildiği gibi, çoklu medya ve multimedya da oluşabilir. Tür, kullanılan medyanın türünü temsil eder. Resim, grafik, animasyon, video, ses ve metin türlerinde medya kullanmak mümkündür. Akış, medyanın canlı ya da video kaydı olup olmadığını belirtir (Paul & Fiebich, 2005).



Şekil 2.5. Medya bileşeninin unsurları.

**2-Hareket:** İçerik içinde hareket edebilme veya kullanıcının içeriğe ulaşması için gereken adımlardır (Paul & Fiebich, 2005).

**3-İlişki:** İçeriğin kullanıcı tarafından değiştirilip değiştirilmeyeceğini gösterir (Paul & Fiebich, 2005).

**4-Bağlam:** Hikâyenin, diğer materyallere linklerle bağlanmasını ifade eder (Paul & Fiebich, 2005).

**5-İletişim:** Kullanıcıların birbiriyle ya da hikâye kurucusuyla iletişim kurma olanağı olup olmamasını temsil eder (Paul & Fiebich, 2005).

Etkili bir dijital hikâyenin yedi unsuru bulunmaktadır (Bull & Kajder, 2004):

1. Bir bakış açısı: Dijital hikâye oluşturma sürecinde, öğrenciler senaryoların taslaklarını oluştururlar. Hikâyenin ne olduğu ve nasıl görüldüğüne karar vererek dijital bir video düzenleyici kullanarak hikâyeyi oluştururlar. Burada dijital hikâyelerin amacı, öğrencilerin kendi deneyimlerinden yola çıkarak ifade gücünü kullanmalarınıdır.
2. Dramatik bir soru: Dijital hikâyelerin sonunda izleyicini dikkatini çeken zorlayıcı bir soru olması, dijital hikâyeleri diğer videolardan ayıran özelliklerdendir.
3. Duygusal içerik: En etkili dijital hikâyeler, izleyicilerde kahkaha, gözyaşı gibi duygusal ifadeleri yoğun olarak oluşturan içeriklerdir.
4. Ekonomi: Ekonomiklik, dijital hikâye oluşturmaya yeni başlayanlar için de deneyimli olanlar için de ulaşılması en zor öğedir. Dijital hikâyeler 2 ila 3 dakikalık gösterimlerle ve çift aralıklı tek sayfa ile sınırlıdır.
5. Tempo: Dijital hikâye hazırlanırken akış hızını değiştirmek monotonluğu engeller.
6. Sesinizi armağan etmek: Hikâye anlatım sürecinde, öğrencilerin kendi sesleriyle hazırladıkları hikâyeler hem öğrencilerin ilgisini çeker hem de derse katılım göstermeyen öğrencileri de derse katar.
7. Eşlik eden müzik: Doğru kullanılan müzik, hikâyeyi güçlendirebilir ve hikâyeye derinlik katabilir. Gerektiği zamanlarda hikâyeye müzik eklenebileceği gibi zaman sınırı gibi sorunlarda müziksiz de hikâye oluşturulabilir.

Dijital hikâyeler, öğretmenler tarafından hazırlanan ve öğrenciler tarafından hazırlanan olmak üzere ikiye ayrılabilirler. Öğretmenler kendi hazırladıkları videoları kullanarak öğrencilerin derse olan ilgilerini artırabilir ve yeni fikirler keşfetmelerini sağlayabilirler. Aynı zamanda soyut kavramları, hikâyeler üzerinde tartışma ortamı oluşturarak, öğrencilerin zihninde daha kalıcı hale getirebilirler (Dinçer, 2019). Öğrenciler de kendileri herhangi bir

konuda oluşturdukları dijital hikâeyi sunabilirler. Böylece hem konuya hakimiyetleri artar hem de hikâyeleştirme yeteneklerini geliştirebilirler.

Dijital hikâyeler, eğitimde birçok amaçla kullanılabilir. İlgi çekici ve zengin multimedya içeriklerine sahip olan hikâyeler ile öğrencilerin derse olan ilgileri artırılabilir, soyut ve karmaşık kavramlar anlaşılır hale getirilebilir. Öğretmenler, öğrencilerinden bir konu veya dramatik bir soru hakkında hikâyeler oluşturmalarını isteyebilirler. Böylece ğrenciler konuyla ilgili derin bir araştırma yaparken kütüphane ve internetten yararlanır ve yaratıcı fikirlerini de ortaya çıkarırlar. Ayrıca fikirlerini organize etmeyi, sunmayı, akranlarıyla paylaşmayı ve tüm bu yollarla deneyimler kazanmayı öğrenirler. Böylece duygusal ve sosyal zekalarını geliştiren öğrenciler, iş birliği içinde çalışabilirler ve farklı öğrenme stillerine sahip öğrenciler aynı öğrenme ortamında fikirlerini ifade edebilirler. Yani ğrenciler dijital bir hikâye oluştururken şu becerileri gelişir (Robin, 2006):

- Araştırma becerileri
- Yazma becerileri
- Organizasyon becerileri
- Teknoloji becerileri
- Mülakat becerileri
- Problem özme becerileri
- Değerlendirme becerileri

Dijital hikâyeleri kullanmanın faydaları şöyle sıralanabilir:

- Hikâye oluşturmak, bir kavramı, olguyu vb. anlamlandırmak için kullanılan güçlü bir yoldur (Jager vd., 2017).
- Hikâyeler eğitici olabildiği gibi, eleştirel de olabilir. Toplumsal adaletsizlik ve eşsizlik gibi konulara dijital hikâyeler yoluyla değinmek mümkündür (Jager vd., 2017).
- Dijital hikâyeler, duygu ve düşünceleri yansıtmının bir yolu olduğundan ruh sağlığı üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Jager vd., 2017).
- Verimli bir öğrenme süreci oluşturur (Jakes & Brennan, 2005).
- Öğrencileri multimedya ve internet okuryazarı olmalarına yardımcı olur (Jakes & Brennan, 2005).
- Öğrencilerin iletişim ve iş birliği becerilerini geliştirir (Jakes & Brennan, 2005).

- Öğrencilerin özgün öğrenme yollarını keşfetmelerine yardımcı olur (Jakes & Brennan, 2005).

Dijital hikâye kullanımının öğretim sürecinde yararları olduğu gibi bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle, kötü bir hikâye anlatımı öğrencilere fayda yerine zarar verecektir. Ayrıca, tüm öğrencilerin gerekli internet erişimine sahip olmamaları ve okullarda kullanılan filtre programlarının öğrencilerin okulda hikâye oluşturmalarını engellemesi diğer bir sınırlılıktır. Etkili bir dijital hikâye oluşturmanın zaman alıcı olması da dijital hikâye kullanımının sınırlılıklarındandır (Robin, 2006). Bunun yanında bazı öğrenciler dijital hikâye oluşturma sürecinde yalnızca teknolojiye odaklanmakta ve iyi bir hikâye oluşturmanın gerekli olduğunu unutmaktadırlar (Ohler, 2005). Oysaki etkili bir dijital hikâye iyi kurgulanmış bir hikâyenin iyi sunulabilmesine dayanır.

Dijital hikâye kavramı, son yıllarda matematik öğretimini zenginleştiren öğretim araçları arasında yer almaktadır. Dijital hikayelerin matematik öğretiminde kullanımı öğrencilerin yaratıcı düşünme becerisine olumlu etki ederken, dijital okuryazarlık becerilerini de geliştirmektedir (Demen, 2025). Ayrıca dijital hikâyeler öğrencilerin matematiksel kavramlarla ve matematik konularıyla duygusal bir bağ kurmaları ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerinde de etkilidir (Walters vd., 2018). Ancak matematiğin soyut bir ders olmasından dolayı dijital hikâyelerin her matematiksel konuya uyarlanamaması; kalabalık sınıflarda yaşanan uygulama zorlukları ve zaman alıcı olması dijital hikâyelerin matematik öğretiminde kullanımını sınırlamaktadır (Tosun, 2023). Öğretmenlerin dijital hikâye oluşturmada ve uygulamada yetkin olması ve sınıf hakimiyetini sağlama konusunda tecrübeli olması bu sınırlılıkların önüne geçebilir. Böylelikle dijital hikâyelerin matematik öğretiminde etkili kullanımı sağlanabilir.

#### **2.4.5. VPC (görselleştir-tahmin et-kontrol et) yaklaşımı**

VPC (Visualise-Predict-Check) yöntemi, Lowrie ve arkadaşlarının 2019 yılında Canberra Üniversitesi, STEM Eğitim Araştırma Merkezi'nde yaptığı çalışmanın (Lowrie vd., 2019) sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Psikoloji ve matematiğin temellerini birleştiren bu yöntem, görselleştirme, tahmin ve kontrol adımlarından oluşmaktadır. İlk bileşen olan görselleştirme, öğrencilerin zihinsel imgelerini ortaya çıkararak ve ilgi çekiciliğe dayanan bilişsel adımdır. İkinci bileşen olan tahmin, öğrencilerin belirli eylemlerin sonuçları hakkında fikirlerini içerir. Aynı zamanda öğrenciler bu adımda, görselleştirdiklerini sözel veya sözsüz ifadelerle sunabilirler. Tahmin eylemi, soyut düşünme becerisi gerektirir. Üçüncü bileşen-

kontrol ise öğrencilerin tahminlerinin doğruluğunu somut yollarla göstermeleridir. Burada eğer öğrencilerin tahminleri yanlış ise, hatalarını fark etmeleri için, gerekçelerini açıklamaları gerekir. Böylece öğrenciler, “kontrol etme” alışkanlığı kazanarak, muhakeme becerilerini geliştirebilirler. VPC yöntemindeki üç adımın döngüsel olması ve öğretmeyi hedeflemesi gerekmektedir (Patahuddin vd., 2020).

Tahmin ve kontrol adımlarında başarılı olmak, öğrencilerin problem sürecindeki nicelikler arasındaki ilişkiyi tanımlayabilmelerine bağlıdır. Bilinen, bilinmeyen ve toplam nicelikler belirlendikten sonra, öğrenciler bu ilişkileri genelleyerek tahminleri için özel bir sistem oluştururlar ve bu sistemi özel durumlara uyarlamak üzere geliştirirler (Johanning, 2007).

Okul matematik müfredatına VPC yaklaşımının eklenmesi hem sınıftaki rutin öğretimde hem de özel müdahale gerektiren durumlarda, önemli ölçüde yarar sağlar (Patahuddin vd., 2020). Öğrenciler bu yaklaşımı kullanarak muhakeme etme, tahmin etme ve problem çözme becerilerini geliştirebileceklerdir.

## **2.5. İlgili Araştırmalar**

### **2.5.1. Zihnin geometrik alışkanlıkları**

Literatür incelendiğinde, ZGA'nın farklı öğrenme ortamlarında gelişimini inceleyen çalışmalara rastlanmıştır. Özen (2015), araştırmasında ortaokul öğretmenlerinin geometrik düşünmelerinin gelişimini ders imecesi yoluyla incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya katılan beş matematik öğretmeni ile 3 ay süren çalışma sonucunda, öğretmenlerin geometri derslerinde kullandıkları matematiksel terminoloji, görsel temsiller ve öğrenci sorgulamalarının geliştiği, ilgili kavramlara odaklanan zihinsel geometrik alışkanlıklara dayalı etkinlikler ve problemler oluşturdukları; ayrıca öğretim süreçlerini planlayıp uygulayan öğretmenlerin olduğu tespit edilmiştir. 7. sınıf öğrencilerinin ZGA'nın gelişimini, öğretim deneyi modeli ile inceleyen Uygan'ın (2016) çalışmasına katılan 6 öğrenci, dinamik geometri yazılımında enstrümental oluşum teorisine göre orkestrasyon tipleri oluşturmuş ve kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin dinamik geometri yazılımları yardımıyla ZGA'yı geliştirdikleri görülmüştür. Lise öğrencilerine yönelik hazırlanan öğretim ortamının, ZGA'ya etkisini incelemeyi amaçlayan Erşen (2017) karma yöntem olarak tasarladığı araştırmanın sonucunda, tasarlanan öğretim ortamının, öğrencilerin ZGA'nın gelişimine ve bu alışkanlıkların kalıcılığına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. 6. sınıf öğrencilerinin üç yıl boyunca cebirsel ve ZGA'sını boylamsal incelemeyi amaçlayan Sezer (2019), çalışma sonucunda zihnin cebirsel

alışkanlıklarından yapma-tersini yapma, fonksiyonel kural oluşturma, soyutlama alışkanlığı becerilerinden “kısa yollar geliştirme” ve “kısa yollar doğrulama” becerilerinde gelişme olduğu sonucuna ulaşmıştır. ZGA’dan ilişkilerle muhakeme, keşif ve yansıtmayı dengeleme ve değişmezleri araştırma becerilerinin daha çok gelişirken; geometrik fikirleri genelleme alışkanlığı becerilerinin ise “özel durumlardan yola çıkarak genelleme” becerilerinde sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin cebirsel alışkanlıkları ve ZGA’larının geliştiği görülmüştür.

Literatürde ZGA’nın gelişiminin incelendiği çalışmaların öğrenci ve öğretmen adayları üzerinde yürütüldüğü görülmüştür. ZGA’nın gelişiminde öğretim tekniklerinin etkisi bu çalışmalar yoluyla ortaya çıkarılmıştır.

Farklı öğretim tekniklerinin ve öğrenme ortamlarının ZGA’ya etkisini inceleyen çalışmalar da literatürde mevcuttur. Teknoloji destekli öğretimin öğretmen adayları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında Naidoo ve Govender (2019), verileri öğretmen adaylarından gözlemler, göreve dayalı çalışma sayfaları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanarak elde etmişlerdir. Çalışmada ZGA çerçevesi kullanılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, teknolojiyle öğretimin bireylere güven duygusunu uyandırdığını ve bağımsız düşünmeyi teşvik ettiğini ancak her birey için uygun olmadığını göstermektedir.

Özüm Bülbül ve Güler (2020), çalışmalarında zenginleştirilmiş bir çevrimiçi öğrenme ortamının geometri başarısı ve ZGA üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Öğretmen adayları üzerinde yürütülen bir dönemlik çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının geometri başarılarında artış gözlenmiştir. ZGA’dan keşif ve yansıtmaya denge kurma alışkanlıklarında artışlar görülürken, öğretmen adaylarının geometrik fikirleri genelleme ve değişmezleri araştırma alışkanlıklarını kullanmada sınırlı oldukları görülmüştür.

Araştırmasında geometri öğretiminde çoklu zekâ kuramının kullanımının öğrencilerin zihin alışkanlıklarına etkisini inceleyen Hassan (2020), çalışmada yarı deneysel desen kullanmıştır. Araştırma sonuçları, geometri öğretiminde çoklu zekâ kuramının kullanımının öğrencilerin zihin alışkanlıklarını geliştirdiğini göstermiştir.

Zunlu (2022), araştırmasında bir matematik öğretmeni ve ortaokul öğrencilerinin oluşturulan problem çözme tabanlı öğrenme ortamının, ZGA üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Karma yöntemin kullanıldığı çalışma sonucunda, oluşturulan problem çözme tabanlı öğrenme ortamının, ZGA üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, öğrenciler ve öğretmen adayları üzerinde yapılan çalışmalarda öğretim yöntemlerinin ve öğrenme ortamlarının ZGA'ya etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Taş ve Yavuz (2021), çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik öz-yeterlik inançları ile ZGA arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma bulguları, öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlikleri ve ZGA arasında pozitif yönde ancak düşük bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde çeşitli görevler veya kitaplarda ZGA'nın kullanımını inceleyen çalışmalarda rastlanmıştır. Çalışmalarında matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin trigonometri konusunda ZGA'yı incelemeyi amaçlayan Altıkardeş ve Yiğit Koyunkaya'nın (2022) elde ettikleri sonuçlara göre, öğrencilerin trigonometri konusunda en çok kullandıkları geometrik alışkanlıklar arasında ilişki kurarak muhakeme etme ve değişmezleri araştırma olduğu bulunurken, en az kullanılan alışkanlığın keşfetme ve yansıtma dengesi kurma olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin neredeyse tamamının geometrik alışkanlıkları kullanma konusunda yeterli düzeyde olmadıklarını göstermiştir.

Çalışmasında 8. sınıf matematik ders kitaplarında yer alan matematiksel görevleri ZGA bağlamında incelemeyi amaçlayan Şahintepe (2022), 2019-2020 eğitim öğretim yılında MEB yayınevine ait olan iki matematik ders kitabında yer alan matematiksel görevleri incelemiştir. Araştırma sonucunda her iki kitapta Üçgenler alt öğrenme alanındaki matematiksel görevlerin, ağırlıklı olarak, ilişki kurarak muhakeme etme ve geometrik fikirleri genelleme alışkanlıkları kazandırmaya yönelik olduğu görülmüştür. Dönüşüm geometrisi ve geometrik cisimler alt öğrenme alanlarında her iki kitapta tüm alışkanlıkları kazandırmaya yönelik matematiksel görevler bulunmasına rağmen Dönüşüm geometrisi alt öğrenme alanında değişmezleri araştırma ve Geometrik cisimler alt öğrenme alanında değişmezleri araştırma ve geometrik fikirleri genelleme alışkanlıkları içeren görevlerin öne çıktığı görülmüştür.

Batu (2023), çalışmasında 8. sınıf öğrencilerinin Eşlik ve Benzerlik konusunda dinamik geometri ortamı kullanılarak zenginleştirilmiş ZGA temelli düşünme süreçlerini incelemiştir. Durum çalışması şeklinde tasarlanan çalışmadan elde edilen veriler, dinamik geometri ortamları destekli çalışmaların öğrencilerin ZGA'yı geliştirdiğini göstermiştir.

ZGA'nın farklı görev veya kitaplarda kullanımını inceleyen çalışmalar irdelendiğinde, ZGA'nın kullanım düzeylerinin öğrenci yaşına, seviyesine; ders konularına ve kullanılan etkinliklere göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

### 2.5.2. Sezgisel kural teorisi

Stavy ve Tirosh (1996), çalışmalarında fen ve matematik alanında “Daha fazla A-daha fazla B” ve “Herşey sonsuza kadar bölünebilir” kurallarını içeren görevleri incelemiştir. Çalışmada farklı görevler üzerinde yapılan farklı çalışmaların sonuçlarını ortaya koyarak bu sonuçları yorumlamışlardır.

Öğrencilerin “Her şeyin sonu gelir” ve “Her şey bölünebilir” kurallarını içeren sezgisel yanıtlarını inceleyen Tirosh vd.'nin (1998) çalışmalarına 7. ila 12. sınıf öğrencileri katılmıştır. Çalışma sonunda, öğrencilerin zihinlerinde küçük parçalı olarak canlandırdıkları nesnelere bölemeyeceklerini iddia ettikleri görülmüştür. Ayrıca sezgisel kuralların kararlı ve değişime dirençli oldukları da elde edilen bulgular arasındadır.

Tirosh ve Stavy (1999), çalışmalarında 'Aynı A-aynı B' kuralını içeren farklı sezgisel görevleri farklı sınıf düzeylerine uygulayan araştırmaları derlemiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerin belirli bir göreve tepkisinin problemin ve görevin özelliklerine ve yaş, öğretim, sezgisel kuralların repertuarı, mantıksal şemalar gibi bireylerin özelliğine bağlı olarak değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Stavy vd. (2002), çalışmalarında öğrencilerin “Daha fazla A-daha fazla B” kuralını içeren görevlere verdikleri tepkileri incelemiştir. Fen ve matematiğe dair farklı görevler içeren çalışmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin daha fazla A-daha fazla B kuralını içeren görevlere verdikleri tepkilerin yetersiz olduğunu göstermektedir. Çalışma sonucunda daha fazla A-daha fazla B kuralını içeren görevlerin bilimde gözlemlenen alternatif kavramların birçoğunu açıklaması ve yordama gücüne sahip olması bakımından önemli yere sahip olduğu belirtilmiştir.

Sezgisel kuralların kavram yanılgıları ile farklı kavramlar olup olmadığını ve öğrencilerin sezgisel kurallarla ilgili yanıtlarında tutarlı olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında Dooren vd. (2004), çalışmalarında farklı matematik alt alanlarındaki 5 sorudan oluşan testi 10. ila 12. sınıf öğrencisi olan 172 kişiye uygulamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin birçoğunun doğru cevap verdiği görülmüştür. Hata yapan öğrencilerin ise

hatalarında bir sistematiklik söz konusu olmadığı ve sezgisel kurallar yerine daha çok kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür.

“Her şey sonsuza dek bölünebilir” sezgisel kurallarını kullanarak 6. sınıf öğrencilerinin maddenin yapısına dair algılarını araştırdıkları çalışmalarında Yair ve Yair (2004), sihirli gözlüklerle görülen nesnelere ve şekerin suda çözünmesi durumlarını içeren sorular kullanmışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin “Her şey sonsuza dek bölünebilir” sezgisel yanlışlığına sahip olduğu ve bu yanlışlığın çocuklar olgunlaştıkça azaldığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Tsamir (2005), çalışmasında SKT'nin tartışıldığı “Matematik Eğitiminin Psikolojik Yönleri” dersi sırasında ve sonrasındaki matematik öğretmenlerinin performanslarını ele almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin SKT'ye aşina olmalarının ve bunun için de yeterli konu bilgisi ve pedagojik bilgiye sahip olmalarının önemine değinilmiştir.

Babai vd. (2006), çalışmalarında öğrencilerin fen ve matematik alanında farklı görevlere verdikleri benzer tepkiler için SKT'yi temel alarak öğrencilerin sezgisel yanıtlarının reaksiyon sürelerini incelemişlerdir. Çalışmada öğrencilerden, daha fazla A-daha fazla B sezgisel kuralının kullanılabileceği geometrik şekillerin çevre ve alan hesaplamaları yapmaları istenmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler, sezgisel tepkilerin tepki sürelerinin, sezgiye aykırı tepkilerin tepki sürelerinden daha kısa olduğunu göstermiştir.

Sezgisel Kurallar Teorisi üzerine Avustralya, Tayvan ve İsrail'de yürüttükleri kültürlerarası çalışmalarında Stavy vd. (2006), fen ve matematiğe dair sezgisel yanıtlar içeren görevler sunmuşlardır. Çalışmadan elde edilen bulgular her ne kadar farklı kültürlerdeki öğrencilerin sezgisel görevlere benzer yanıtlar verdiğini gösterse de öğrencilerin gelişimlerinin değişim hızının farklı olduğu görülmüştür.

Barahmand (2019), çalışmasında “orta noktaya yönelme”ye ve bir değişimin orta noktasını bulmaya yönelik sezgisel eğilime odaklanmıştır. Çalışmada “orta noktaya yönelme” kavramına yönelik sezgisel yanıtlar içerebilecek 5 soru kullanılmıştır. 9. sınıf öğrencilerinden çift süreç teorisi kullanılarak elde edilen bulgular, “orta noktaya yönelmenin” matematiksel bir sezgisel kural olarak düşünülebileceğini göstermiştir.

Literatürde SKT ile ilgili yapılmış çalışmaların çoğunlukla kuralı tanımlamaya ve kurala dair görevleri sunmaya odaklandığı görülmektedir. Ayrıca çalışmalarda öğrencilerin görevlere

verdikleri tepkiler ve tepki süreleri de incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda sezgisel kuralları içeren farklı görevler ortaya atılmıştır.

### **2.5.3. Zenginleştirilmiş öğrenme**

Literatürde, farklı öğretim materyalleri ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının kullanıldığı çalışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Nitekim Körükçü (2015), araştırmasında zenginleştirilmiş öğrenme ortamında 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel zihin alışkanlıklarının gelişimini incelemiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamının bilişsel ve duyuşsal zihin alışkanlıklarını daha fazla kullandıkları yani matematiksel zihin alışkanlıklarının geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tum (2019), araştırmasında öğrenme stilleri bağlamında zenginleştirilen öğrenme ortamının 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerisine ve problem çözmeye yönelik tutumuna etkisini ve öğrencilerin öğrenme ortamı hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Tasarlanan öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine ve problemi çözmeye yönelik tutumuna olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler öğrenme ortamının derse olan ilgilerini artırdığını ve kalıcı öğrenme sağladığını belirtmişlerdir.

Zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinin 4. sınıf öğrencilerinin simetri konusundaki başarılarına ve simetriye yönelik algılarına etkisini incelemeyi amaçladıkları araştırmalarında Özkartal ve Öçal (2020) karma yöntem kullanmışlardır. Tasarlanan çalışmadan elde edilen bulgular, zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin simetri konusundaki başarılarına ve simetriye yönelik algılarına olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı öğelerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamında öğrencilerin ve öğretmen adaylarının farklı değişkenler bağlamında irdelendiği görülmüştür. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının birçok değişkene olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde teknoloji ile zenginleştirilmiş öğretim süreci ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar oldukça fazla sayıda olmakla birlikte bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Araştırmasında bilgisayar destekli öğretimin istatistik alanında başarı ve tutum üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemeyi amaçlayan Ragasa (2008), bilgisayar destekli

öğretimin öğrencilerin başarısına anlamlı etki ettiği ancak matematiğe karşı tutumuna anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Bir bilgisayar oyununun ve öğrencilerin ön bilgilerinin öğrencilerin matematik, bilgisayar becerisi ve İngilizce dil becerisinin başarısı ve motivasyonu üzerindeki etkilerini inceleyen Kebritchi vd. (2010), çalışmalarında yarı deneysel kullanmışlardır. Çalışmaya toplam 193 öğrenci ve 10 öğretmen katılmıştır. Çalışmanın bulguları, bilgisayar oyunu oynayan öğrencilerin matematik başarısının, bilgisayar becerisinin, İngilizce dil becerisinin ve motivasyonunun olumlu etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak ön bilgilerin matematik, bilgisayar becerisi ve İngilizce dil becerisinin öğrencilerin başarısında ve motivasyonunda anlamlı bir rol oynamadığı görülmüştür.

Liu vd. (2010), çalışmalarında simülasyon destekli öğrenme istatistiklerini yanlış anlamaları düzeltmek ve korelasyon anlayışlarını geliştirmek amacıyla kullanmayı amaçlamışlardır. 12. sınıf öğrencileri üzerinde gömülü desen kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin kavram yanlışlarını düzeltme ve korelasyon anlayışlarını geliştirme açısından olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 8. sınıf öğrencilerinin prizmalar konusundaki akademik başarılarına etkisini incelemeyi ve öğrencilerin sürece yönelik görüşlerini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmada Gülburnu (2013), deneysel desen kullanmıştır. Araştırmanın bulguları, Cabri 3D ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının başarıyı ve kavramsal öğrenmeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca öğrenciler sürece dair olumlu bildirimlerde bulunmuşlardır.

Teknoloji ile zenginleştirilmiş oyun alanının ilkökul öğrencilerinin akademik başarısına etkisini inceleyen Randolph vd. (2013), çalışmada yarı deneysel kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, teknoloji ile zenginleştirilmiş oyun alanının öğrencilerin akademik başarısına olumlu etki ettiği görülmüştür.

Shadaan ve Leong (2013), çalışmalarında çemberler konusunun öğretiminde Geogebra kullanımının öğrencilerin anlamalarına etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. 9. sınıf öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada Geogebra kullanımının çemberler konusunun öğretiminde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

Web ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 5. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum, kaygı ve motivasyonları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlayan Kuş Serin (2015), araştırmasında yarı deneysel desen kullanmıştır. Araştırmanın sonucunda, web ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları ile kaygı ölçeğinin alt faktörlerinden özgüven, alan bilgisi, sınav ve öğrenme kaynaklı kaygıları bileşenlerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ancak, web ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerinin motivasyonlarını artırdığı ve kaygı ölçeğinin alt faktörlerinden tutum kaynaklı kaygıları düşürdüğü sonucuna da ulaşılmıştır.

Bedeloğlu (2016), araştırmasında Geogebra ve videolarla zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 10. sınıf öğrenci başarısına ve öz-yeterliliğine etkilerini incelemiştir. Çalışmada bir web sayfası tasarlanarak öğrenme ortamında bu site kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Geogebra ve videolarla zenginleştirilmiş web sayfası kullanılarak tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin başarılarına ve öz-yeterliliğine olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Dinamik matematik yazılımı kullanımının öğrencilerin tek nokta türevi kavramını geometrik açıdan anlamalarına olan etkisini inceleyen Çekmez ve Baki (2018), çalışmalarını ilköğretim matematik öğretmen adayları üzerinde yürütmüşlerdir. Yarı-deneysel araştırma sonucunda dinamik matematik yazılımı kullanımının öğrencilerin tek nokta türevi kavramını geometrik açıdan anlamalarına olumlu etki ettiği görülmüştür. Yapılan mülakatların sonuçları ise öğrencilerin APOS teorisi çerçevesinde daha ileri düzeyde anlamalar oluşturduklarını göstermiştir.

Kösa ve Kalay (2018), çalışmalarında dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yarı deneysel olarak tasarlanan çalışma sonucunda oluşturulan öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmede anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Villarreal vd. (2018), araştırmasında öğretmen adaylarının modelleme projelerinde teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamın etkisini incelemiştir. Öğretmen adayları modelleme sürecinde, elektronik tabloları, interneti ve matematik yazılımlarını kullanmışlardır. Çalışmada teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamın, modelleme konusunda daha derin bir anlayış oluşturmak amacıyla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Senger (2019), çalışmasında sosyomatematiksel normlar ve teknoloji kullanılarak zenginleştirilmiş öğrenme ortamında 6. sınıf öğrencilerinin yükseklik kavramını öğrenimini ve öğretimini geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada *birlikte paylaşarak öğrenme, sınıfta yapılan çözümleri sunma-paylaşma, hata yapmaktan çekinmeden düşüncelerini ifade edebilme ve matematiksel açıklamalar yapabilme* olmak üzere 4 sosyomatematiksel norm oluşturulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda, tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin yükseklik kavramını algılamalarında olumlu etkiye sahip olduğu ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler, öğrenme süreci hakkında olumlu görüş bildirmişlerdir.

Teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamında fonksiyon kavramının öğretiminin öğrenci başarısına etkisini incelemeyi ve bu öğrenme ortamı hakkında öğrenci görüşlerini almayı amaçlayan Erduran (2020), araştırmasında karma desen kullanmıştır. Araştırma sonucunda, teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamında fonksiyon kavramının öğretiminin öğrenci başarısına olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda bilgisayar yazılımı, grafik hesap makinesi ve çalışma yapraklarına yönelik öğrenci görüşlerinin olumlu yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamda geometri öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki başarısına etkisini inceleyen Küçük Demir ve Sarıaslan (2020), çalışmalarında yarı deneysel yöntem kullanmışlardır. Araştırmadan elde edilen veriler, teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarılarına anlamlı etkisi olduğunu göstermiştir.

Çırak (2021), çalışmasında özel yetenekli öğrencilerin eğitim ihtiyaçları doğrultusunda hazırlanan teknoloji destekli etkinliklerle zenginleştirilmiş öğretim programının matematik başarılarına ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Yapılan nicel çalışma sonucunda, teknoloji destekli etkinliklerle zenginleştirilmiş öğrenme sürecinin öğrencilerin başarılarına olumlu etki ettiği ancak matematiğe karşı tutumlarında anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sır (2022), araştırmasında dinamik geometri yazılımlarının kullanımıyla zenginleştirilen öğrenme ortamlarının, matematik öğretmeni adaylarının matematiksel düşünme ve inşa süreçlerine, temel geometri alan bilgilerine ve geometri başarı düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu bağlamda, temel geometrik kavramların anlaşılma

süreçlerini analiz etmiş ve katılımcıların bu sürece ilişkin görüşlerini belirlemiştir. Öğretim deneyi şeklinde tasarlanan ve 12 hafta süren araştırmanın bulgularına göre, öğretmen adaylarının zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında, matematiksel düşünme ve inşa süreçlerinde, temel geometri alan bilgilerinde ve geometri başarı düzeylerinde olumlu yönde değişim bulunmaktadır. Öğretmen adayları zenginleştirilmiş öğrenme süreci hakkında olumlu dönüt verirken; sürecin geometri derslerinin öğretim yöntemlerine katkı sağlayacağını bildirmişlerdir.

Teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrenci ve öğretmen adaylarına farklı değişkenler açısından etkisinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda farklı araştırma desenleri kullanılarak bulgular toplanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrenci seviyesi, kullanılan teknolojik araç, öğrenme ortamı ve incelenen değişkene göre farklılık göstermektedir.

Literatürde sanal manipülatifler ve dinamik geometri yazılımları ile zenginleştirilmiş öğretim ortamlarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Farklı manipülatiflere dair yapılan farklı çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir:

3. sınıf kesirler ünitesinin öğretiminde sanal manipülatif kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında Reimer ve Moyer (2005), kavramsal bilgi ön ve son testi, işlemsel bilgi ön ve son testi, öğrenci görüşmeleri ve tutum anketi kullanmışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin kavramsal bilgilerinde olumlu etkisi olduğunu gösterirken, işlemsel bilgi üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir. Öğrenci görüşmeleri ve tutum anketlerinin sonuçlarına göre, sanal manipülatifler, öğrencilerin kesirler hakkında daha fazla bilgi edinmelerine yardımcı olmuştur; kâğıt ve kalem yöntemlerine kıyasla daha kolay ve hızlı bir kullanım sağlamıştır ve matematik öğrenirken öğrencilerin aldıkları zevki artırmıştır.

Moyer-Packenham vd. (2008), matematik öğretimi sırasında sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatif kullanımlarını incelemişlerdir. Anaokulundan 8. sınıfa kadar 116 öğretmenin toplam 95 dersi inceleyerek elde edilen bulgular öğretmenlerin daha çok sanal geoboardlar, desen blokları, 10 tabanlı bloklar ve tangramlar kullandıklarını göstermiştir. Öğretmenler sanal manipülatifleri genellikle araştırma ve beceri pekiştirme amaçlı kullanmaktadırlar. Öğretmenlerin, sanal manipülatifleri ya tek başına kullanmışlardır ya da önce fiziksel manipülatifleri, ardından sanal manipülatifleri kullanmışlardır.

Rasyonel sayı kavramının öğretiminde sanal manipülatif kullanımının 5. sınıf öğrencilerinin başarısına etkisini inceledikleri çalışmalarını Moyer-Packenham vd. (2012), öğretim deneyi olarak tasarlamışlardır. Çalışmaya farklı başarı düzeylerinde 4 grup katılmıştır. Çalışma, farklı başarı seviyelerindeki grupların sanal manipülatifleri farklı şekillerde deneyimlediğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma sonuçları yüksek başarı grubunun, rasyonel sayı örüntülerini hızla tanıyıp sembolik kullanıma geçtiğini, ortalama ve düşük başarı gruplarının ise büyük ölçüde görsel temsillere güvendiğini göstermiştir.

Bouck vd. (2013), otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere iki basamaklı çıkarma işlemi öğretiminde somut ve sanal manipülatifler kullanımının etkisini incelemiştir. 3 öğrencinin katıldığı çalışma sonucunda her iki manipülatif türünün öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu etki ettiği görülmüştür. Ancak sanal manipülatiflerin somut materyallere oranla daha hızlı ve tam etki ettiği sonucuna da ulaşılmıştır.

Sanal manipülatiflerin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaları derleyen Moyer-Packenham vd. (2013), 66 çalışma incelemiştir. Araştırma sonucunda, sanal manipülatiflerin, somut manipülatif ve ders kitapları ile kıyaslandığında orta düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür. Yapılan kavramsal analizin sonucunda sanal manipülatiflerin matematiksel öğrenmeyi desteklediği, yaratıcılığı geliştirdiği, eş zamanlı bağlantı sunduğu, motivasyonu artırdığı ve kesin sonuçlar içeren temsiller olduğu görülmüştür.

Çakıroğlu (2014), çalışmasında sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiş probleme dayalı öğrenme ortamının 10. sınıf ikinci dereceden denklemler ve polinomlar konularında öğrencilerin başarılarına ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel desen olarak tasarlanan bu çalışmanın sonuçları sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiş probleme dayalı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarısına olumlu etkisi olduğunu gösterirken, matematiğe karşı tutumlarına anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir.

Sanal manipülatif kullanılmasının okul öncesi öğrencilerinin erken dönem matematik becerilerini geliştirmesine etkisini araştıran Desoete vd. (2016), 132 okul öncesi öğrencisinin katıldığı çalışmada yarı deneysel deseni kullanmışlardır. Elde edilen veriler, sanal manipülatif kullanımının okul öncesi öğrencilerinin erken dönem matematik becerilerini geliştirmesine olumlu etki ettiğini göstermektedir.

Reiten (2020), çalışmasında ortaöğretim matematik öğretmenlerinin, sanal manipülatiflerin kullanımı öğretmeyi amaçlayan mesleki eğitim etkinliği sürecinde sanal manipülatifleri kullanım amacı ve şeklini araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğretmenlerin sanal manipülatifleri öğrencilerin anlama ve farklılaşmalarını geliştirmek gibi öğretimsel faydalar nedeniyle kullandıklarını göstermektedir. Bu çalışmada öğretmenler, öncelikle öğrencilerin anlama gelişimini desteklemek, anında geri dönüt vermek ve yeniden öğretim aracı olarak sanal manipülatifleri kullanmışlardır. Öğrenci ihtiyaçları, zaman, müfredat, araç sınırlamaları vb. gibi faktörler, öğretmenlerin sanal manipülatifleri seçmesinde ve kullanmasında etkili olmuştur.

Matematik öz yeterliliğinin, öğretmen adaylarının sanal matematik manipülatiflerini kullanmaya yönelik davranışsal niyetleri ile ilişkisi olup olmadığını araştıran Arida vd. (2022), çalışmalarında verileri 69 katılımcıdan elde etmişlerdir. Çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının öz yeterliliği ile sanal matematik manipülatifleri kullanma arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrenci ve öğretmen adaylarına farklı değişkenler açısından etkisinin incelendiği çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu çalışmalarda farklı araştırma desenleri kullanılarak elde edilen bulgular, öğrenci seviyesi, kullanılan sanal manipülatif, öğrenme ortamı gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir.

Literatürde kavram karikatürleri, eğitsel videolar ve dijital hikâyeler ile zenginleştirilmiş öğretim ortamlarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar farklı zenginleştirme araçlarını içeren ve farklı sınıf düzeylerinde uygulanan çalışmalardır. Bunlardan bazıları aşağıda sunulmuştur:

Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının, sayı kümeleri arasındaki ilişkiler, mutlak değer, köklü sayılar ilgili kavram yanlışları gidermede nasıl bir etkisi olduğunu ve öğrencilerin öğrenme ortamı ile ilgili görüşlerini belirlemeyi amaçlayan Taşkın Gültekin (2013), araştırmasında verileri 9. sınıf öğrencilerinden toplamıştır. Araştırmanın bulguları, karikatürleri ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede ve öğrenci-öğretmen davranışlarında olumlu etkisinin olduğunu ve öğrencilerin öğrenme ortamı hakkında olumlu görüş bildirdiklerini göstermektedir.

Starcic vd. (2015), çalışmalarında problem çözme ve dijital hikâye anlatımı çerçevesinde geliştirilen bir öğretim tasarısını kullanarak öğretmen adaylarının pedagojik gelişiminin, yeterliliklerin ve matematiksel içerik bilgisinin geliştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Dijital hikâye anlatımıyla zenginleştirilmiş matematik derslerinin 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini ve sürece dair öğretmen ve öğrenci görüşlerini inceleyen Özpınar vd. (2017), çalışmalarında yarı deneysel yöntem kullanmışlardır. Çalışmada başarı testi, öğrenci ve öğretmenler görüşme formları uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda dijital hikâye anlatımının, öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği; günlük yaşamla bağlantı kurmayı kolaylaştıran, etkili öğrenme sağlayan ve aktif katılıma olanak tanıyan, daha ilgi çekici ve keyifli öğrenme ortamları oluşturmak için kullanılabilecek güçlü bir araç olduğu ortaya konulmuştur.

Dijital hikâye anlatımının matematik öğretiminde aktif bilgi oluşturma ve iş birliği sürecine etkisini ve öğretmenlerin bir öğretim yöntemi olarak dijital hikâyelere bakış açısını incelemeyi amaçlayan Niemi vd. (2018), çalışmalarında verileri 10 ve 11 yaşlarındaki Çinli ve Fin öğrencilerden ve öğretmenlerden toplamışlardır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda dijital hikâye anlatımının öğrencileri aktif iş birliğine yönlendirdiği ve gruplar halinde çalışarak yeni fikirler üretebilme ve derse katılım gösterme konusunda teşvik ettiği görülmüştür. Öğrenciler aynı zamanda matematiği günlük hayatla da ilişkilendirebilmişlerdir. Öğretmenlerle yapılan görüşmeler sonucunda ise öğrencilerin aktif bilgi ürettikleri, motivasyon ve katılımlarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ünüvar (2019), çalışmasında eğitsel matematik hikâyeleri ve mizah içerikli karikatürler ile zenginleştirilmiş öğretim sürecinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, matematiğe yönelik tutumlarına, negatif tamsayılara yönelik tutumlarına ve matematik kaygılarına etkisinin belirlemeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel olarak tasarlanan çalışmanın bulguları, eğitsel matematik hikâyeleri ve mizah içerikli karikatürler ile zenginleştirilmiş öğretim sürecinin öğrencilerin akademik başarılarına ve negatif tamsayılara yönelik tutumlarına olumlu etki ettiğini ve matematik kaygılarını azalttığını göstermektedir. Ancak öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına anlamlı bir etkisi saptanmamıştır.

Ortaokul kademesindeki kaynaştırma/ bütünleştirme öğrencilerinin dijital hikâye destekli geometri öğretimi sürecindeki performanslarını inceleyen Güneş'in (2023), araştırmasına 4 dil ve konuşma bozukluğu, 11 özel öğrenme güçlüğü tanısı konulmuş 15

öğrenci katılmıştır. Çalışmada tek grup ön test-son test yarı deneysel desen uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler öğrencilerin dijital hikâye destekli geometri öğrenme sürecinde performanslarının arttığını ve dijital hikâyeyemenin geometriyi gerçek hayatla ilişkilendirme ve günlük hayat problemlerinin çözümünde kullanma gibi etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Literatürde matematik tarihi ile zenginleştirilmiş öğretim süreci ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Bütüner (2014), araştırmasında matematik tarihi etkinlikleriyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının, 8. sınıf öğrencilerinin matematiğin doğasına yönelik inançlarında ve matematiğe yönelik tutumlarında etkisi olup olmadığını incelemiştir. Araştırma bulguları, matematik tarihi etkinlikleriyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematiğin doğasına yönelik mutlakçı inançlarının yerine yarı deneyselciğe doğru yönelim göstermesine ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine neden olduğunu göstermiştir.

Literatürde kavram karikatürleri, eğitsel videolar, dijital hikâyeler ve matematik tarihi ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrenci ve öğretmen adaylarına farklı değişkenler açısından etkisinin incelendiği çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular değişkenlere göre farklılık göstermektedir.

## BÖLÜM 3

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcıları, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi hakkında bilgiler yer almaktadır.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, araştırmacı tarafından tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin sezgisel kural kullanımına ve ZGA'ya etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, araştırma bir karma araştırma olarak tasarlanmıştır.

##### 3.1.1. Karma araştırma deseni

Karma araştırma deseni, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı desendir (Tunalı vd., 2016). Karma yöntem, araştırmanın yalnızca sayısal değişimleri ölçmekle kalmayıp, öğrenme sürecine dair derinlemesine bilgi edinmeyi mümkün kıldığı için tercih edilmiştir. Bu araştırma deseni, bir çalışma veya çalışmaların içerisindeki nicel ve nitel araştırma verilerinin toplamasını, analiz edilmesini ve elde edilen sonuçların yorumlanmasını içermektedir (Leech & Onwuegbuzie, 2009). Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının tasarlanmasında ve öğrencilerin bu ortama dair görüşlerini ortaya çıkarmada nitel araştırma deseni kullanılırken, öğrencilerin sezgisel kural kullanımları ve ZGA kullanımlarındaki değişimi incelemek için nicel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda tasarım tabanlı araştırma, nicel boyutunda ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

##### 3.1.1.1. Nicel boyut: Yarı deneysel desen

Yarı deneysel desenler, deney grubunun seçkisiz olarak eşleştirilmiş gruplardan atandığı çalışmalardır (Büyüköztürk vd., 2014). Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desende var olan ve benzer özelliklere sahip olan gruplar örneklem olarak seçilir. Gruplardan en az biri deney, diğeri kontrol grubu olarak seçilir. Uygulama öncesinde gruplara ön test uygulanır. Uygulama sürecinde yalnızca deney grubuna müdahale edilirken, kontrol grubuna müdahale edilmez. Uygulama sonrasında her iki gruba son test uygulanarak uygulamanın etkileri incelenir. Bu çalışmada, uygulama sürecinin deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sezgisel kural kullanımları ve ZGA üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

### **3.1.1.2. Nitel boyut: Tasarım tabanlı araştırma**

Araştırmanın nitel boyutunda ise tasarım tabanlı araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Tasarım tabanlı araştırma kavramı kapsamlı bir şekilde ilk kez Tasarım Tabanlı Araştırma Birliği (Design Based Research Collective, 2003) tarafından yapılmıştır. Tasarım tabanlı araştırmaların kendisi ile büyük benzerlikler taşıyan, ancak küçük farklılıkları olan türevleri mevcuttur. Bunlar; tasarım deneyleri, tasarım araştırması, geliştirme araştırması, gelişimsel araştırma, biçimlendirici araştırmadır (Kuzu vd., 2011). Tasarım tabanlı araştırmalar, kendisinin türevi olan araştırmalardan farklı olarak yinelemeli analiz, tasarım, geliştirme ve araştırmacılarla uygulamacılar arasında iş birliğine dayanan, sistemli ama esnek bir metot olarak tanımlanabilir (Wang & Hannafin, 2005). Tasarım tabanlı araştırmanın özellikleri (Tablo 3.1.);

- pragmatik
- temeli olan
- etkileşimli, yinelemeli ve esnek
- bütünleştirici
- bağlamsal, olarak sınıflandırılabilir (Wang & Hannafin, 2005).

**Tablo 3.1.** Tasarım tabanlı araştırmaların özellikleri.

Özellikler	Açıklama
Pragmatik	Tasarım tabanlı araştırma teori ile uygulamayı ayırır. Teori uygulamaya dönüştürülebildiği sürece yararlıdır.
Temeli olan	Tasarımın temeli kurama dayanır. Tasarım gerçek dünya ortamlarında yürütülür. Tasarım sürecinde katılımcılarla ortak çalışılır.
Etkileşimli, yinelemeli ve esnek	Yinelenen analiz, tasarım, uygulama ve yeniden tasarım döngüsü tasarım süreçleridir.
Bütünleştirici	İlk tasarım yeterince detaylı olmayabilir, gerektiğinde değiştirilebilir. Güvenilirliği artırmak adına karma araştırma yöntemleri kullanılır. Sürece araştırmanın odak noktasına göre yöntemler değişebilir. Geliştirme aşamasında disiplinli şekilde titizlikle kurallara uyulur. Araştırma süreci, bulguları ve ilk tasarımdan değişikler belgelenmektedir.
Bağlamsal	Araştırma sonuçları, süreç ve ortamla ilişkilidir. Tasarım ilkelerinin içeriği ve derinliği değişebilir. Sürece ilkelerin uygulanması rehberlik gerektirir.

Tasarım tabanlı araştırmalar tasarlama ve keşfetmeye odaklansa da tasarım oluşturma ve tasarımları test etmenin ötesine geçmektedir. Keşfetme süreci, eğitim ve öğretimle ilgili teorik iddiaları somutlaştırır ve teorilerin oluşumuna katkı sağlar. Tasarım tabanlı araştırmalar birden fazla kaynak ve veri türünü üçgenleştirerek süreci amaçlanan ve amaçlanmayan sonuçlara ulaştırmaya odaklanır (Design-Based Research Collective, 2003).

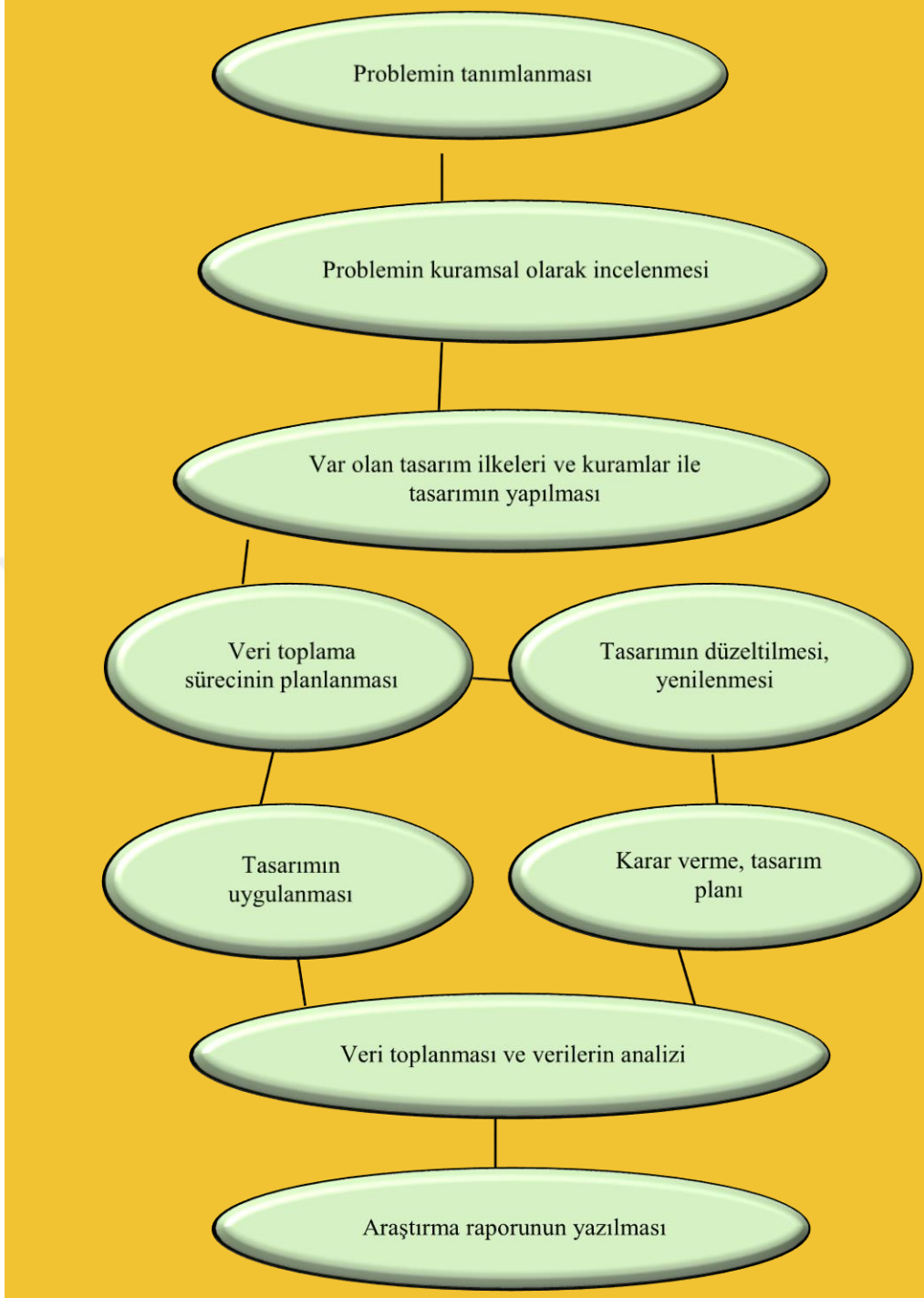
Tasarım tabanlı araştırmada, araştırma süreci katılımcılarla iş birliği içinde yönetilir, tasarım ve ilk müdahaleleri iyileştirme süreçleri sistematik bir şekilde sürdürülerek pragmatik ve teorik hedefler geliştirilir. Tasarım tabanlı araştırma, birçok araştırma metodunu içinde

barındırabildiğinden, diğer metotların yerine kullanılmaz; ancak doğrudan, ölçülebilir ve eş zamanlı keşif ve araştırmalara alternatif sunar (Wang & Hannafin, 2005).

Tasarım tabanlı araştırma yöntemlerinin amaçları şunlardır (Design-Based Research Collective, 2003):

- Yeni öğrenme ortamları ve olanaklarını araştırmak
- Öğrenme teorileri ve bağlamsal temelli öğretimlerin geliştirilmesi
- Tasarım ve ilerleme bilgisini pekiştirmek
- Eğitimsel yenilik için kapasiteyi geliştirmek

Tasarım tabanlı araştırma yöntemi her ne kadar var olan araştırma yöntemlerinin eksikliğini ve yetersizliğini gidermek için ortaya çıkmış olsa da (Design-Based Research Collective, 2003), günümüzde e-öğrenme ortamlarının geliştirildiği, materyallerinin oluşturulduğu araştırmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Tasarım tabanlı araştırmalar yeni öğrenme ortam ve olanaklarının ortaya çıkarılması için kullanılmaktadır. E-öğrenme ortamı üretimi ise benzer şekilde tasarım ve geliştirme sürecini kapsamaktadır. Bu bağlamda bu iki yöntem ve uygulamanın birebir örtüştüğü söylenebilir. Tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak, geliştirilen bir e-öğrenme ortamında kullanıcı kontrolüne dair tasarım sorunlarına odaklanılır. Tasarım sorunları, tasarımdaki değişiklikler ve düzeltmeler yoluyla döngüsel bir biçimde giderilmeye çalışılır. Böylelikle, tasarım tabanlı araştırma, e-öğrenme ortamlarının geliştirildiği araştırmalara büyük katkı sağlamaktadır (Kuzu vd., 2011). Nitekim bu çalışmada zenginleştirilmiş bir e-öğrenme ortamı olarak bir web sitesi tasarlamak ve bu ortamda öğrencilerin ZGA'sını ve sezgisel kuralları kullanımlarını incelemek amaçlandığından tasarım tabanlı araştırma kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Tasarım tabanlı araştırma uygulama aşamaları (Kuzu vd., 2011).

Tasarım tabanlı araştırmalar, bir tasarımın işleyişini iyileştirmeyi amaçlamaktadırlar. Araştırma uygulama sürecinde (Şekil 3.1.), tasarımda gerek duyulan değişiklik ve düzeltmeler yapılabilir. Tasarımda aksaklığa neden olan öğelerin neden çalışmadığı analiz edilir. Düzeltmeler sonucunda tekrar tasarım ögesi test edilir. İstenilen sonuca ulaşıncaya kadar düzeltme ve değişiklik süreci döngüsel olarak devam eder. Tüm bu süreçler, değişiklikler

detaylı bir rapor halinde sunulmalıdır (Kuzu vd., 2011). Bu şekilde tasarıma dayalı değişiklikler ve düzeltmelere dair bilgi sahibi olunur.

Tasarım tabanlı araştırmaların uygulanma sürecinde bazı olumsuz durumlarla karşılaşılmaktadır. Öncelikle tasarım tabanlı araştırmalar, gerçek öğrenme ortamlarında gerçekleştirildiği için başarıyı etkileyen birçok etmeni barındırmaktadır. Tüm bu etmenlerin incelenmesi mümkün değildir. Araştırmacılar başarıyı etkilediğini düşündükleri etmenleri inceledikleri durumlarda dahi çok sayıda veri toplamak ve bu verilerin analizi için uzun zaman harcamak zorunda kalabilirler. Bu durumda birden fazla araştırmacı, tasarımcı ve katılımcıya gerek duyulabilir ki bunların da birbirleriyle uyum içinde çalışmaları gerekir. Ayrıca tasarımların uygulanma ortamları farklılık gösterdiği için etkileri de farklı olabilir. Yani tasarım tabanlı araştırma zahmetli ve kesin bir yargıya ulaşılamayan bir araştırma olduğundan bu konuda yapılan çalışmalar da sınırlı kalmaktadır (Kuzu vd., 2011). Bu durum tasarım tabanlı araştırmalara duyulan ihtiyacı da göz önüne sermektedir.

Tasarım tabanlı araştırmalar farklı türlerde öğrenme-öğretme ortamı tasarım modellerinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Öğrenme-öğretim ortamı tasarım modelleri; çekirdek tasarım, doğrusal, esnek, etkileşimli, sezgisel ve bileşik modeller olmak üzere 6 grupta incelenebilir (Dursun, 2023). Bu araştırmada bu modellerden çekirdek tasarım modeli kullanılmıştır.

Çekirdek tasarım modeli, öğrenme-öğretme ortamı tasarlanırken uygulama süreci sonrasında gerek duyulan değişiklik ve düzeltmelerin yapılmasına dayanan bir modeldir. Briggs Modeli, Gagne, Briggs ve Wager Modeli, ADDIE Modeli çekirdek tasarım modellerindedir (Dursun, 2023). Bu araştırmada öğrencilere zenginleştirilmiş öğrenme ortamı sunmak amacıyla ADDIE tasarım modeline göre bir öğretim ortamı tasarlanmıştır.

### **3.1.1.3. Tasarım modeli: ADDIE**

ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate) tasarım modeli İngilizce *Analiz Et, Tasarla, Geliştir, Uygula ve Değerlendir* (Tablo 3.2.) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. ADDIE öğrenci merkezli, özgün ve yenilikçi ürünler ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. ADDIE karmaşık durumlara yol gösteren çerçeve niteliğinde olmasıyla öğrenme ortam ve kaynakları geliştirilmesinde etkilidir (Branch, 2010). Bu araştırmada öğrencilerin ZGA'sını ve sezgisel kural kullanımlarını incelemeyi amaçlayan zenginleştirilmiş öğretim ortamı ADDIE modeli kullanılarak tasarlanmıştır.

**Tablo 3.2.** ADDIE tasarım modelinin aşamaları.

ADDIE	Kavramlar	Yapılması Gereken İşlemler
<b>Analiz</b>	Performans açığının olası nedenlerini belirleme	<ul style="list-style-type: none"><li>● Performans açığı olduğunu doğrulayın</li><li>● Öğretim hedeflerini belirleyin</li><li>● Hedef kitleyi belirleyin</li><li>● Kaynakları tanımlayın</li><li>● Potansiyel dağıtım araçlarını belirleyin</li><li>● Proje yönetim planı oluşturun</li></ul>
<b>Tasarla</b>	Beklenen performansı ve uygun yöntem ve eğitim-öğretim araçlarını belirleme	<ul style="list-style-type: none"><li>● Görev envanteri oluşturun</li><li>● Performans hedefleri oluşturun</li><li>● Test stratejileri oluşturun</li></ul>
<b>Geliştir</b>	Öğrenme kaynaklarını oluşturup doğrulama	<ul style="list-style-type: none"><li>● İçerik oluşturun</li><li>● Medya desteği seçin veya oluşturun</li><li>● Öğrencilere yol gösterin, rehberlik edin.</li><li>● Öğretmenlere rehberlik edin</li><li>● Biçimlendirici revizyonlar üretin</li><li>● Pilot uygulama geliştirin</li></ul>
<b>Uygula</b>	Öğrenme ortamını hazırlayarak öğrencileri sürece katma	<ul style="list-style-type: none"><li>● Öğretmenleri hazırlayın</li><li>● Öğrencileri hazırlayın</li></ul>
<b>Değerlendir</b>	Öğrenme sürecinin öncesi ve sonrasında, ürün ve süreçlerin kalitesini değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"><li>● Değerlendirme kriterlerine karar verin</li><li>● Değerlendirme araçlarını seçin</li><li>● Değerlendirme yapın</li></ul>

**1) Analiz Aşaması:** ADDIE tasarım modelinde tasarım süreci analiz aşaması ile başlar. Bu aşama ihtiyaç analizi, hedef analizi ve görev analizlerini kapsar. Bu aşamada, öncelikle öğrencilerin neyi öğrenmesi gerektiği belirlenir ve öğrencilerin sahip oldukları bilgiler ortaya çıkarılarak hedeflenen bilgi ve becerilerden ne kadar uzak oldukları belirlenir. Ortaya bir farklılık çıkmışsa bunun nedeni ve çözüm yöntemleri üzerinde durulur (Dursun, 2023). Bu aşamanın etkili olması için izlenmesi gereken yollar bulunmaktadır:

**Performans açığı olduğunu doğrulayın:** Burada öğrencilerin mevcut performansı ölçülür, beklenen ideal performans belirlenir, ideal performans ile mevcut performans arasındaki fark ortaya konarak bu açığın nedenleri belirlenir (Branch, 2010). Araştırma bu açıklığı gidermeyi amaçlar.

**Öğretim hedeflerini belirleyin:** Analiz aşamasında öğretim programının ortaya çıkarması beklenen ürünü açık ve net bir şekilde belirlemek gerekir. Bu hedeflerin aynı zamanda akılcı, gerçek hayata uygun ve uygulanabilir olması gerekir (Branch, 2010). Böylelikle ulaşılabilir bir hedef belirlenmiş olur.

**Hedef kitleyi belirleyin:**

- Öncelikle hedefe uygun, performans açığı tespit edilen öğrenciler hedef kitlesini oluşturmalıdır.
- Öğrencilerin yaş, cinsiyet gibi genel özellikleri verilmelidir.
- Öğrencilerin sayısı düzeylerine, varsa gruplara göre detaylı bir şekilde verilmelidir.
- Öğrenme ortamına karar verilmelidir.
- Öğrencilerin ön bilgi düzeyleri belirlenir ve performans açığı belirlenmelidir.
- Öğrencilerin derse karşı tutum ve yaklaşımları belirlenmelidir.
- Öğrenme ortamında önbilgi ve deneyim gerektiren materyaller bulunuyorsa; öğrencilerin bu materyallere karşı yeterli bilgi, beceri ve deneyime sahip olup olmadıkları belirlenmelidir (Branch, 2010).

**Kaynakları tanımlayın:** Öğretim sürecinde kullanılacak kaynaklar içerik kaynakları, teknoloji kaynakları, öğretim olanakları ve insan kaynakları olarak sınıflandırılabilir (Branch, 2010). Araştırma amacına uygun olacak şekilde kaynakların seçimi yapılmalıdır.

**Potansiyel dağıtım araçlarını belirleyin:** Ders içinde kullanılacak dağıtım kanalları şunlardır (Branch, 2010):

- Fiziksel, yüz yüze görüşme
- Bilgisayar destekli deneyim
- Video
- İnternet tabanlı öğretim yönetim sistemleri
- Karma (yukarıdakilerden iki ya da daha fazlası)

**Proje yönetim planı oluşturun:** Proje taslağı belirlenirken tahmini süre, proje bütçesi, sınırlılıkları belirlenmeli; bir zaman çizelgesi hazırlanmalı ve süreç raporlanmalıdır (Branch, 2010). Bu plan, araştırmanın planlı bir şekilde yürütülmesinde etkili olacaktır.

**2) Tasarım Aşaması:** Bu aşamada analiz aşamasında tasarlanan hedeflere ulaşmak için planlar yapılır. Öğrencilerin belirlenen hedeflere nasıl ulaşabileceğinin detayları belirlenir (Dursun, 2023). Tasarım aşamasının amacı belirlenen hedefleri ve uygun test yöntemlerini doğrulamaktır. Böylelikle diğer aşamalarda izlenecek yolu belirlemek adına bir “Görüş Hattı” oluşturulur. Görüş hattı kavramı, ADDIE tasarım modelinde ihtiyaçlar, amaç, hedefler, stratejiler ve değerlendirmeler arasındaki uyumun sürdürülmesine yönelik kullanılmıştır (Branch, 2010). Bu aşamada şu adımlar izlenmelidir:

- **Görev envanteri oluşturun:** Görev envanteri öğretim hedeflerine ulaşmak için gerekli görevleri belirtmekte kullanılan bir araçtır. Böylelikle öğrenciler bilgi ve becerilerini öğretim hedeflerine göre geliştirebilirler (Branch, 2010).
- **Performans hedefleri oluşturun:** Öğrencilerden sergilenmesi beklenen performanstır. Performans hedefleri öğretim amaçlarına göre daha öznedir (Dursun, 2023). Bu hedefler gerçekçi ve ulaşılabilir olmalıdır.
- **Test stratejileri oluşturun:** Öğrencilerin performanslarını ölçmek için ölçme-değerlendirme araçları geliştirmek gerekir (Dursun, 2023). Etkili ölçme-değerlendirme araçlarını seçmek araştırma için önemli bir adımdır.

**3) Geliştirme Aşaması:** Geliştirme aşaması tasarımın oluşturulup uygulamaya hazır hale getirildiği aşamadır (Dursun, 2023). Bu aşamanın amacı, belirlenen öğrenme kaynaklarını oluşturmak ve doğrulamaktır. Bu aşamanın sonunda öğrenme kaynakları kapsamlı bir şekilde ortaya çıkacaktır (Branch, 2010). Bu kaynaklar yazılımlar yoluyla geliştirilmiş; görsel materyaller, videolar, metinler gibi çoklu öğrenme ortamı kaynaklarıdır (Dursun, 2023). Bu aşamada şu adımlar izlenmelidir:

**İçerik:** Tasarlanan öğretim kaynakları her derste kullanılacak başlangıç, ara ve bitiş etkinliklerini içermelidir (Branch, 2010).

**Medya Seç veya Geliştir:** Medyanın etkili kullanılması bilgi ve becerilerin inşa edilmesi ve korunmasında etkilidir. Ayrıca medya kullanımı öğrenme sürecini zenginleştirir. Kullanılacak medyalar öğrenme hedefine uygun olmalıdır. Ayrıca medyalar öğrencileri bilinenden bilinmeyene, kolaydan zora, basitten karmaşıklığa ve somuttan soyuta yönlendirecek şekilde tasarlanmalıdır (Branch, 2010). Medyanın doğru seçimi ve etkili kullanımı öğretim sürecini olumlu etkileyecektir.

**Öğrenci ve Öğretmen Kılavuzu Hazırla:** Öğrencilere ve öğretmenlere rehberlik edecek kılavuzlar hazırlamak öğretim hedeflerine ulaşmayı ve öğrenme deneyimini geliştirir (Branch, 2010). Bu kılavuzlar sayesinde öğretim süreci sistematik bir şekilde ilerleyebilir.

**Biçimlendirici Revizyon:** Geliştirilmekte olan öğrenme kaynaklarının etkililiği belirlenmeli ve gerekiyorsa öğrenme kaynakları veya bileşenleri üzerinde revizyon yapılmalıdır (Branch, 2010).

**Pilot Test Yap:** Uygulamanın etkililiğini belirlemek amacıyla küçük bir grup üzerinde pilot test yapılır. Pilot çalışma şu bölümleri içermelidir:

- Katılımcıların özellikleri ve sayısı
- Katılımcılarda olması gereken nitelikler
- Pilot çalışmanın yeri ve zamanı
- Pilot çalışmanın yapılacağı ortamı
- Uygulayıcının özellikleri
- Neyin nasıl ölçüleceğine dair ölçme planı
- Pilot çalışmaya dair değerlendirme (Dursun, 2023).

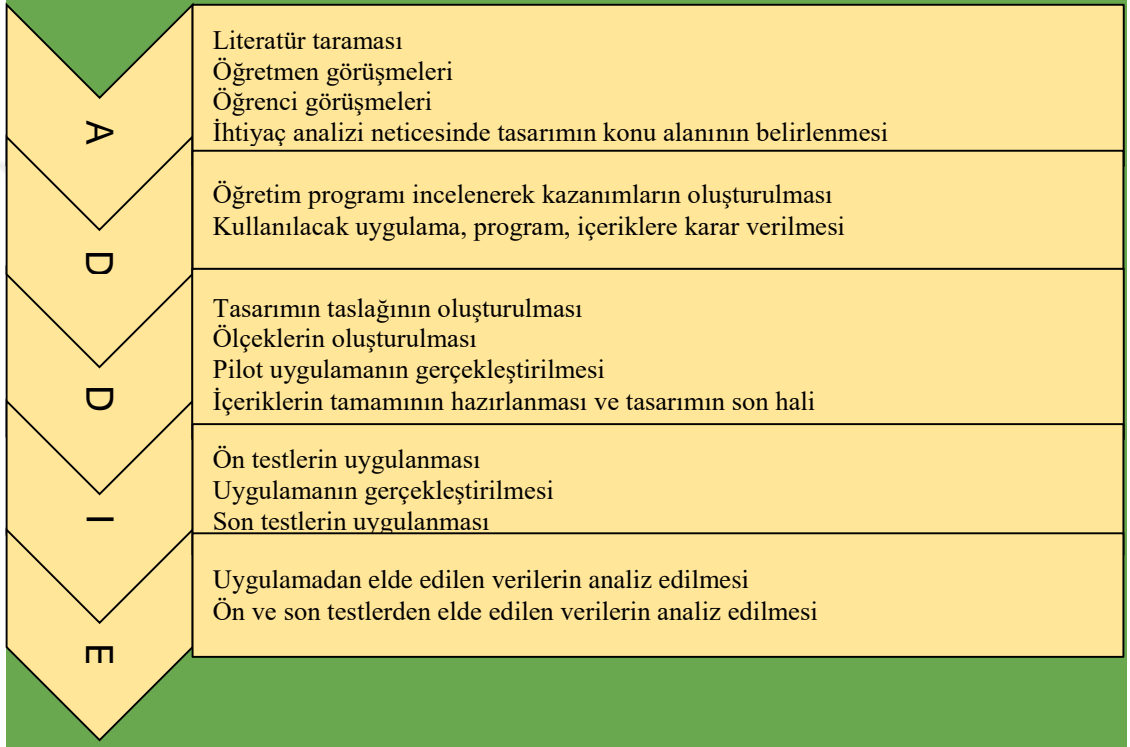
**4) Uygulama Aşaması:** Uygulama aşaması araştırmacının aktif olduğu ve geliştirme bölümünde hazırlanan öğretim tasarımının uygulandığı aşamadır (Dursun, 2023). Bu adımda öğrenci ve öğretmenleri sürece hazırlamak esastır. Öğrenme ortamını hazırlamak ve öğrencileri sürece dahil etmek uygulama aşamasının amaçlarıdır. Bu aşamada, öğrenciler yeni bilgiyi yapılandırabilecekleri ve performans açıklarını giderebilecekleri öğrenme ortamına dahil edileceklerdir. Bu aşamanın adımları şunlardır (Branch, 2010):

- **Öğretmeni Hazırla:** Öğretmenlerin öğretim tasarımını uygulaması için gereken özellikleri belirlenir, tasarımla ilgili eğitimin takvimi hazırlanır ve öğretmenlere öğretim tasarım uygulama süreci uygulamalı olarak açıklanır.
- **Öğrenciyi Hazırla:** Öğrenci planı hazırlanmalıdır.

**5) Değerlendirme Aşaması:** Değerlendirme aşamasının amacı, uygulama süreci ve sonrasında öğretim ürün ve süreçlerini değerlendirmek; öğretimin kalitesini belirlemektir. Böylelikle değerlendirme, öğretime ve sürecin kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olur (Branch, 2010). Değerlendirme aşamasının adımları şu şekildedir (Branch, 2010):

- **Değerlendirme Ölçütlerini Belirle:** Değerlendirme ölçütleri öğrencilerin sürece karşı tutumu (algı), öğrenme düzeyleri ve performansları çerçevelerinde belirlenebilir.
- **Değerlendirme Araçlarını Seç:** Anket, mülakat, görüşme, açık uçlu sorular, simülasyon, gözlem gibi değerlendirme araçlarından uygun olanlar seçilir.
- **Değerlendirmeyi Yap:** Değerlendirme sonucu rapor haline getirilir.

Aşağıda öğretim ortamının tasarım aşamaları ADDIE öğretim tasarım modelinin basamaklarına göre detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Şekil 3.2.):



Şekil 3.2. ADDIE öğretim tasarımına göre uygulamanın aşamaları.

**Analiz basamağı:** ADDIE öğretim tasarım modelinin ilk aşaması analiz aşamasıdır. Analiz basamağında mevcut durumlar göz önünde bulundurularak ihtiyaç analizi yapılmıştır. Matematik alanında yapılan çalışmalarla ilgili bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda, ZGA ve sezgisel kuralların belirlenmesi ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. ZGA çerçevesine dair ülkemizde yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olmasıyla birlikte yurtdışında yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. SKT ile ilgili çalışmalar ise daha çok kuralı tanımlamak amaçlı yazılmış çalışmalar olup kuralın uygulanma süreci ile ilgili çalışmalar az sayıdadır. Her iki çerçevenin kullanımına olanak sağlaması ve aynı zamanda uygulayıcı olan araştırmacının, öğrencilerin akademik performansları hakkında olumsuz gözlemleri araştırmacının Geometri alanını seçmesinde önemli etkenler olmuştur.

Öğrencilerin Geometri alanında eksikliklerini ortaya çıkarmak için öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca öğretmenlerle de görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin performans açıkları ve bu açıkları gidermek konusunda fikirleri alınmıştır.

### Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerin Analizi

Geometri alanında yapılacak bir çalışmada olası performans açıklarını belirlemek için Öğretmenler için İhtiyaç Analizi Görüşme Formu (ÖİAG) hazırlanmıştır. Bu form 8 sorudan oluşmuştur. Sorular 2 uzmanın görüşü alınarak hazırlanmıştır. Uzman görüşleri sonucunda formda çoktan seçmeli olarak hazırlanan tüm sorular açık uçlu soruya çevrilmiş ve form son halini almıştır. Bu form kullanılarak 30 matematik öğretmeni ile görüşülmüş ve mesleki tecrübe süreleri ve geometri öğretimine dair görüşleri alınmıştır. Kolay ulaşılabilmesi ve araştırmanın daha hızlı yürütülebilmesi adına çalışmaya katılan öğretmenler araştırmacının bulunduğu ilde görev yapan öğretmenlerden seçilmiştir. Çalışmaya katılan öğretmenler Ö1, Ö2, ..., Ö30 şeklinde kodlanmıştır.

ÖİAG 1. sorusu kapsamında öğretmenlerin cinsiyetlerine dair bilgi toplanmıştır. Öğretmenlerin %60'ı (18 kişi) kadın, %40'ı ise erkektir. 2. soru kapsamında öğretmenlerin mesleki tecrübelerine dair tablo aşağıda sunulmuştur (Tablo 3.3.):

**Tablo 3.3.** Görüşme yapılan öğretmenlerin mesleki tecrübeleri.

Mesleki tecrübe	Frekans	Yüzde
1-5 yıl	9	30
6-10 yıl	5	16.7
11-15 yıl	6	20
16-20 yıl	7	23.3
20 yılın üzeri	3	10

Tablo 3.3.'te görüldüğü üzere görüşme yapılan öğretmenlerin %30'u 1-5 yıllık, %16,7'si 6-10 yıllık, %20'si 11-15 yıllık, %23,3'ü 16-20 yıllık, %10'u 20 yılın üzerinde mesleki tecrübeye sahiptir.

ÖİAG 3. Sorusu kapsamında öğretmenlerin öğrenim durumlarına dair bilgi toplanmıştır:

**Tablo 3.4.** Görüşme yapılan öğretmenlerin öğrenim durumları.

Öğrenim durumu	Frekans	Yüzde
Lisans	25	%83,4
Yüksek lisans	4	%13,3
Doktora	1	%3,3

Görüşme yapılan öğretmenlerin %83,4'ü lisans, %13,3'ü yüksek lisans ve %3,3'ü doktora (Tablo 3.4.) mezunudur.

Öğretmenlere ÖİAG 4. sorusu kapsamında “*Geometri alanına ait hangi konunun/konuların öğretiminde zorlanıyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar Tablo 3.5’te verilmiştir:

**Tablo 3.5.** Geometri öğretiminde zorlanılan konular.

<b>Konular</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Katı Cisimler	12	20
Analitik Geometri	10	16.7
Çokgenler ve Dörtgenler	10	16.7
Trigonometri	9	15
Açılar ve Üçgenler	6	10
Çemberin Analitik İncelenmesi	6	10
Çember ve Daire	5	8.3
Analitik Düzlemde Temel Dönüşümler	2	3.3
<b>Toplam</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Öğretmenlerin cevapları incelendiğinde öğretmenlerin en çok çokgenler ve dörtgenler, katı cisimler, analitik geometri konularının öğretiminde zorlandıkları görülmüştür.

Öğretmenlere ÖİAG 5. sorusu kapsamında “*Geometri alanına ait hangi konu/konularda öğrencilerin performansının daha düşük olduğunu gözlemliyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar Tablo 3.6’da verilmiştir:

**Tablo 3.6.** Geometride öğrencilerin performansının düşük olduğu konular.

<b>Konular</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Çokgenler ve Dörtgenler	12	20
Katı Cisimler	12	20
Trigonometri	10	16.7
Analitik Geometri	8	13.3
Çemberin Analitik İncelenmesi	8	13.3
Çember ve Daire	4	6.7
Açılar ve Üçgenler	4	6.7
Analitik Düzlemde Temel Dönüşümler	2	3.3
<b>Toplam</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Öğretmenlerin cevapları incelendiğinde öğretmenlerin, öğrencilerin en çok çokgenler ve dörtgenler, katı cisimler, trigonometri konularında performanslarının düşük olduğunu gözlemledikleri görülmüştür.

Öğretmenlere ÖİAG 6. sorusu kapsamında “*Geometri öğretiminde en çok hangi öğretim yöntem ve stratejisini kullanıyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar Tablo 3.7’de verilmiştir:

**Tablo 3.7.** Öğretmenlerin kullandıkları öğretim yöntem ve teknikleri.

<b>Yöntem-Teknik</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Soru - cevap	12	21.8
Düz anlatım	10	18
Problem Çözme Yöntemi	10	18
Buluş Yoluyla Öğretim	7	13
Bilgisayar Destekli Öğretim	6	11
Sunuş Yoluyla Öğretim	5	9
Örnek Olay Yöntemi	2	3.7
Yaparak yaşayarak öğretim	2	3.7
Tartışma	1	1.8
<b>Toplam</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Öğretmenlerin cevapları incelendiğinde en çok soru-cevap, düz anlatım ve problem çözme yöntemlerini kullandıkları görülmüştür.

Öğretmenlere ÖİAG 7. sorusu kapsamında “*Geometri öğretiminde en çok hangi öğretim yöntem ve stratejisinin etkili olduğunu düşünüyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar Tablo 3.8’de verilmiştir.

**Tablo 3.8.** Öğretmenlerin etkili buldukları öğretim yöntem ve teknikleri.

<b>Yöntem- Teknik</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Bilgisayar Destekli Öğretim	15	30
Soru - cevap	9	18
Problem Çözme Yöntemi	8	16
Düz anlatım	5	10
Buluş Yoluyla Öğretim	4	8
Yaparak yaşayarak öğretim	4	8
Sunuş Yoluyla Öğretim	3	6
Örnek Olay Yöntemi	1	2
Tartışma	1	2
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Öğretmenlerin cevapları incelendiğinde en çok bilgisayar destekli öğretimi etkili buldukları görülmüştür.

Öğretmenlere ÖİAG 8. sorusu kapsamında “*Geometri öğretiminde etkili olduğunu düşündüğünüz yöntemi derslerinizde aktif bir şekilde kullanabiliyor musunuz? Açıklayınız.*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin %57’si (17 kişi) etkili bulduğu yöntemi kullandığını belirtirken, %43’ü etkili bulduğu yöntemi kullanmadığını belirtmiştir. Öğretmenler bu soruya gerekçelerini farklı şekillerde sunmuşlardır.

**Ö6:** “Evet, kullanıyorum. Bence geometri bol bol soru çözülerek öğrenilen bir ders. O yüzden bol soru çözümü yapıyoruz.”

**Ö9:** “Aktif kullanıyorum. Mesela konu anlatırken düz anlatım kullanırken, soru çözerken bilgisayardan farklı uygulamalar yapıyorum.”

**Ö11:** “Hayır, kullanamıyorum. Ben aslında teknoloji ile ders işlemenin etkili olduğunu düşünüyorum ama okulumuz köy okulu ve donanım yok.”

**Ö15:** “Kısmen aktif kullanıyorum. Örnek olaylardan zaman zaman bahsediyorum. Ama teknoloji konusunda çok yetkin değilim.”

**Ö20:** “Evet, kullanıyorum. Problem çözme yöntemini sıklıkla kullanırım.”

**Ö26:** “Ben yaparak yaşayarak öğrenme stratejisini öğrencilere aktif uyguluyorum. Mesela bahçeye çıkıp şekilleri vs. inceliyoruz.”

Öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler sonucunda, Geometri alanında çokgenler, dörtgenler, katı cisimler, trigonometri konularına ait kazanımların araştırma kapsamına alınabileceği ve teknoloji destekli öğretim yapılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

### **Öğrencilerle Yapılan Görüşmelerin Analizi**

Geometri alanında performans açığını tespit etmek için Öğrenciler İçin İhtiyaç Analizi Görüşme Formu (TİAG) hazırlanmıştır. Bu form 4 sorudan oluşmuştur. Sorular 2 uzmanın görüşü alınarak hazırlanmıştır. Uzman görüşleri sonucunda formda çoktan seçmeli olarak hazırlanan tüm sorular açık uçlu soruya çevrilmiş ve form son halini almıştır. Bu form kullanılarak lisede okuyan 50 öğrenci ile görüşülmüş ve geometri öğretimine dair görüşleri

alınmıştır. Kolay ulaşılabilir olması ve görüşmelerinde daha içten cevaplar verecekleri düşüncesiyle, öğrenciler araştırmacının görev yaptığı ilçeden seçilmiştir. Çalışmaya katılan öğrenciler T1, T2,...T50 şeklinde kodlanmıştır.

TİAG 1. sorusu kapsamında öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin %70'i (35 öğrenci) kendini geometri alanında yetersiz görmektedir. 10 öğrenci orta ve 4 öğrenci ise kendini geometride yeterli görmektedir.

Öğrencilere TİAG 2. sorusu kapsamında “*Geometri derslerinizde size hangi yöntem ve teknikler kullanılarak öğretim yapılmıştır?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 3.9’da gösterilmiştir:

**Tablo 3.9.** Öğrencilere kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri.

<b>Yöntem-Teknik</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Akıllı tahtadan z-kitap yoluyla	32	29,4
Düz anlatım	24	22
Materyal destekli öğretim	21	19,3
Günlük hayattan örneklerle	19	17,4
Teknoloji tabanlı öğretim	13	11,9
<b>Toplam</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

Öğrencilerin Geometri derslerinde en çok z kitap üzerinden soru cevap yöntemiyle ders işledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilere TİAG 3. sorusu kapsamında “*Geometri derslerinizde hangi yöntem ve tekniğin size daha çok hitap ettiğini düşünüyorsunuz?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 3.10’da gösterilmiştir:

**Tablo 3.10.** Öğrencilerin kullanılmasını istedikleri öğretim yöntem ve teknikleri.

<b>Yöntem-Teknik</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Teknoloji tabanlı öğretim	42	38,2
Günlük hayattan örneklerle	26	23,7
Akıllı tahtadan z-kitap yoluyla	21	19,1
Materyal destekli öğretim	14	12,7
Düz anlatım	7	6,3
<b>Toplam</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

Öğrencilerin geometri derslerinde en çok teknoloji tabanlı öğretim yöntemlerini tercih ettikleri görülmüştür.

Öğrencilere TİAG 4. sorusu kapsamında “*Geometri derslerinin daha verimli olması için derslerin nasıl işlenmesini isterdiniz?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 3.11’de gösterilmiştir:

**Tablo 3.11.** Öğrencilerin verimli bir geometri dersi için kullanmak istedikleri öğretim yöntem ve teknikleri.

Öğrenci cevabı	Frekans	Yüzde
Materyal destekli	25	33
Teknoloji destekli	22	29
Açıklayıcı detaylı anlatım	9	11.8
Düz anlatım	7	9.4
Eğlenceli	5	6.6
Günlük hayatla ilişkili	5	6.6
Aşamalı	1	1.3
Görsellik	1	1.3
<b>Toplam</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde öğrencilerin en çok geometri dersini materyal ve teknoloji destekli işlemek istedikleri görülmüştür.

Öğrenci ve öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen veriler analiz edilmiş ve öğretmenlerin; öğrencilerin çokgenler, dörtgenler, katı cisimler konularında performans açığı olduğunu gözlemledikleri görülürken teknoloji destekli öğretimin öğrenci ve öğretmenler tarafından vurgulanmasına rağmen yeterli oranda kullanılmadığına dair bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular ışığında literatür tekrar taranmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak 10. sınıf öğrencileri üzerinde, Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konu alanlarında bir e-öğrenme ortamı tasarlanmasına karar verilmiştir. Bu konu alanlarında literatürde oluşturulmuş e-öğrenme ortamlarının sınırlı sayıda olması bu kararın alınmasında etkili olmuştur.

**Tasarım Basamağı:** Araştırmada kullanılacak olan öğretim ortamının taslak tasarımı, tasarım basamağını oluşturmaktadır. Bu aşamada öğrencilerin performans açığını giderecek tasarımın planı oluşturulmuştur. Tasarım planı oluşturulurken analiz aşamasında belirlenen hedefler ve öğretim programında yer alan kazanımlar (Tablo 3.12) göz önünde bulundurulmuştur:

**Tablo 3.12.** MEB Ortaöğretim Matematik Öğretim Programı (2018) 10. sınıf geometri alanına yönelik kazanımlar.

## 10.5. Dörtgenler ve Çokgenler

### 10.5.1. Çokgenler

**Terimler ve Kavramlar:** çokgen, düzgün çokgen, köşegen

#### 10.5.1.1. Çokgen kavramını açıklayarak işlemler yapar.

- İçbükey çokgenlere girilmez.
- Düzgün çokgenler hatırlatılır, iç ve dış açıların ölçüleri bulunur.
- Çokgenlerin köşegenleri ile ilgili özelliklere ve alan problemlerine yer verilmez.

### 10.5.2. Dörtgenler ve Özellikleri

**Terimler ve Kavramlar:** dışbükey dörtgen, içbükey dörtgen, köşegen, çevre, alan  
**Sembol ve Gösterimler:**  $\square$ (ABCD),  $\triangle$ (ABCD)

#### 10.5.2.1. Dörtgenin temel elemanlarını ve özelliklerini açıklayarak problemler çözer.

- Dışbükey ve içbükey dörtgen kavramları açıklanır. (Bundan sonra dörtgen denildiğinde dış bükey dörtgen anlaşılmalıdır.)
- Dörtgenin iç ve dış açıların ölçüleri toplamı bulunur.
- Dörtgenin çevresi üzerinde durulur.

### 10.5.3. Özel Dörtgenler

**Terimler ve Kavramlar:** yamuk, ikizkenar yamuk, dik yamuk, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, kare, deltoid

#### 10.5.3.1. Özel dörtgenlerin açısı, kenarı, köşegen ve alan özelliklerini açıklayarak problemler çözer.

- Yamuk, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, kare ve deltoid arasındaki hiyerarşik ilişkilere yer verilir.
- Hiyerarşik ilişkiye göre her bir özel dörtgen kendi içerisinde; açısı, kenarı, köşegen ve alan özellikleri bağlamında ele alınır.
- Origami, tangram kullanılarak uygulamalar yapılır.
- Geleneksel mimaride kullanılan motif örneklerinde yer alan çokgen örneklerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılır.

## 10.6. Uzay Geometri

### 10.6.1. Katı Cisimler

**Terimler ve Kavramlar:** dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

#### 10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma/piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılır.

Öğretim programı incelendiğinde; Geometri alanında en çok dörtgenler konu alanı üzerinde durulduğu görülmektedir. Çokgenler ve katı cisimler konu alanlarında ise daha az kazanıma yer verilmiştir. Öğrenciler için hazırlanan ön ve son testlerdeki maddelerin matematik

öğretim programındaki kazanımlarla örtüşmesine ve her bir kazanımı içermesine dikkat edilmiştir. Öğrencilere uygulanacak testler ve formlarla ilgili 3 akademisyenden uzman görüşü alınmıştır. Animasyonlar için kullanılacak programın Animaker olması ve dinamik geometri yazılımlarından Geogebra kullanılmasına karar verilmiştir. Oluşturulacak e-içeriklerin ücretsiz kullanılabilmesine, herkes tarafından kullanılabilir kadar sade ve basit olmasına ve Türkçe olmasına özen gösterilmesine karar verilmiştir. Öğrencilerin her zaman ve ortamda kolaylıkla ulaşabilmesi adına bu ortamın bir web sitesi olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Web sitesi tasarımına dair gerekli araştırmalar yapılmış ve çalışmanın yürütüleceği derslerin planları hazırlanmıştır. Ders planlarında Keller (1987) tarafından geliştirilen ARCS (Dikkat, İlgi, Güven, Doyum) modeli kullanılmıştır.

#### **3.1.1.4. Motivasyon modeli: ARCS**

ARCS Motivasyon Modeli, öğretim sürecinde kullanılan materyallerin motivasyona etkisini artırma amacıyla Keller (1984) tarafından ortaya atılmıştır. Bu model üç temel özellik üzerine kurulmuştur (Keller, 1987):

1. Bireylerin motivasyonunu temel alan kavram ve değişkenleri içeren dört kategoriden oluşur.
2. Öğretim sürecinde motivasyonu artıran stratejiler içerir.
3. Geleneksel öğretim tasarım modellerini destekleyen motivasyonel tasarımı içerir.

Bu modelin öğeleri dikkat, ilişki, güven ve doyumdur:

- **Dikkat (Attention):** Modelin ilk ögesi olan dikkat, öğrenmenin de ön koşuludur. Öğrenme sürecinde dikkati uygun uyaranlara yönlendirmek önem taşımaktadır. İlk etapta keskin bir gürültü, dramatik bir ifade ya da herhangi bir materyal dikkatin çekilmesinde etkili olsa da asıl önemli olan dikkati süreç boyunca sürdürerek öğrencilerin heyecan ve bilgi arayışına cevap vermektir (Keller, 1987). Dikkat aşamasının etkili olması öğrencinin konuya olumlu bakış akışı geliştirmesini sağlayacaktır.
- **İlişki (Relevance):** Öğrenciler bir konuyu öğrenirken neden öğrenmek zorunda olduklarını bilmek isterler. Öğretmenlerin öğrencilere, bilginin gelecekteki kariyerleri için gerekliliğini açıklamaları veya sonucunda zevk alabilecekleri sürece dönüşmelerine inandırmaya çalışmaları sıklıkla kullanılsa da öğrencileri sonuca değil sürece

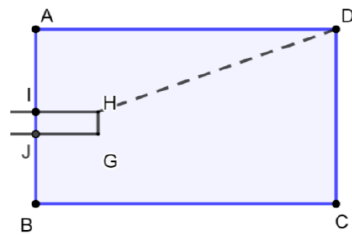
yönlendirmek daha anlamlıdır. Çünkü ilgi sonuca ulaşılması ile ilgili değil daha çok sürecin nasıl ilerlediğiyle ilgilidir (Keller, 1987).

- **Güven (Confidence):** Güven, öğrencilerin kararlılığı ve başarısını etkileyen önemli bir etmendir. Öğrencilerin kendine güvenmelerini engelleyen birçok faktör vardır ve başarısızlık korkusu bunlardan biridir. Öğrencilerin başarısızlık korkusu düzeyi öğretmenlerin fark ettiği kadar çok daha fazladır. Bu nedenle öğrencilere öncelikle çalışarak belli bir düzeyde başarılı olabileceği konusunda güven verilmelidir. Eğer bu durumu engelleyen hususlar varsa öğrenciye farklı yol haritaları çizilmelidir (Keller, 1987). Böylelikle öğrenci başarısında olumsuz rol oynayan durumların önüne geçilmiş olur.
- **Doym (Satisfaction):** Öğrenciyi başarıya teşvik etmek ve başarıyı ödüllendirmek doyum ögesinin amacını açıklar. Öğrencilerin hoşlarına giden bir durumu engelleyen bir teşvik söz konusu olduğunda, öğrencilerin bu duruma karşı tepki gösterebileceği göz önünde bulundurulmalı ve aşırı kontrolcülükten uzak, içsel motivasyon yöntemleri kullanılmalıdır (Keller, 1987). İçsel motivasyonu yeterli olan öğrenciler başarılı olmak için dışarıdan bir yönlendirmeye ihtiyaç duymayacaklardır.

**Geliştirme Basamağı:** Tasarlanan öğretim ortamı geliştirme basamağında hazırlanmıştır. Geliştirilmesi düşünülen öğretim ortamının ders planlarına aktarılmış hali pilot uygulama olarak 22 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler yorumlanmış ve bazı soruların öğretim ortamına aktarılmamasına karar verilmiştir. Bu soruların elenmesinde öğrencilerin yanıt oranları etkili olmuştur. Nitekim Şekil 3.3.'te verilen örnek soru hiçbir öğrenci tarafından doğru cevaplandırılmadığından asıl uygulamaya alınmamıştır:

Selahattin Bey, dikdörtgen şeklindeki çocuklarının odasına oyun köşesi yaptıracaktır. Bunun için IJ konumundaki 1 metrelik enine kapıdan 5 metrelik IH uzaklığını belirlemiştir. H noktasından D noktasına kadar 15 metrelik bir çit yaptırmayı hedeflemektedir. Kapının A ve B köşelerine uzaklığı eşit ve odanın çevresi 72 metredir.

Eğer kapının konumu 1 br yukarı ve 3 br sola ötelenmiş olsaydı o zaman yapılacak IDHI çitinin uzunluğunda bir değişim olur muydu?



**Şekil 3.3.** Pilot uygulamada kullanılan ancak asıl uygulamaya alınmayan sorulara bir örnek.

Ders planlarına son halleri verildikten sonra web sitesi oluşturmak için gerekli olan domain ve alan adı satın alınmıştır. Alan adı seçilirken araştırmacı tarafından seçenekler oluşturulmuş ve bu seçeneklere dair uzman görüşleri alınarak alan adının [www.geometriakademisi.com.tr](http://www.geometriakademisi.com.tr) olmasına karar verilmiştir. Sitenin altyapısında medya zenginliği, kullanım ve erişim kolaylığından dolayı Wordpress kullanılmıştır. Tasarım aşamasında planlanan ders planlarındaki her öğe, bilgisayar tabanlı olarak oluşturulmuş ve siteye gömülmüştür. Bu süreçte Mayer'in çoklu ortam tasarım ilkeleri (Tablo 3.13) göz önünde bulundurulmuştur:

**Tablo 3.13.** Mayer çoklu ortam tasarım ilkeleri.

Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkeleri	Temel Süreçleri Yönetme İlkeleri	Üretici Süreçleri Geliştirme İlkeleri
Tutarlılık	Parçalara Bölme	Çoklu Ortam
Dikkat Çekme	Ön-alıştırma	Kişileştirme
Gereksizlik	Biçim	Ses
Konumsal Yakınlık		Resim
Zamansal Yakınlık		

Çoklu ortam tasarım ilkeleri şöyle açıklanabilir (Mayer, 2009):

**Tutarlılık:** Oluşturulan materyalin konu dışına çıkmaması, konu ile ilgisi olması gerekmektedir.

**Dikkat Çekme:** Anahtar kavram ve bilgilere dikkat çekilmelidir.

**Gereksizlik:** Ses, metin ve resim yerine sadece ses ve resim daha etkilidir.

**Konumsal Yakınlık:** Birbirine yakın kavramlar yakın konumlarda bulunmalıdır.

**Zamansal Yakınlık:** Birbirleriyle ilişkili metin ve ses eş zamanlı kullanılmalıdır.

**Parçalara Bölme:** Materyallerin parçalara ayrılması bütün olarak sunulmasından daha etkilidir.

**Ön alıştırma:** Materyallerdeki anahtar kavramlar ve terimler önceden bilinirse materyalin etkisi artar.

**Biçim İlkesi:** Tasarımlarda görsel ve metin kullanmak yerine görsel ve sesli anlatım kullanmak süreci olumlu etkiler.

**Çoklu Ortam İlkesi:** Tasarımlarda çoklu materyallerin kullanılması öğrenmeyi kolaylaştırır.

**Kişiselleştirme İlkesi:** Tasarımlarda günlük dil kullanılması öğrencinin sürece uyum sağlamasında etkilidir.

**Ses İlkesi:** Öğrencileri etkileyecek seslerin kullanılması tasarımı daha etkili kılar.

**Resim İlkesi:** Tasarımda anlatan kişinin resminin olması anlatımın etkisini azaltır.

Tasarım sürecinde konu dışında içerikler kullanılmamış; alan- çevre- hacim hesaplama, geometrik şekillere dönüşüm uygulama gibi anahtar kavramlar özellikle sanal manipülatiflerle vurgulanmış; birbiriyle ilişkili kavramlar aynı sayfada ardı ardına verilen bağlantılarla desteklenmiştir. Animasyonlarda ses ve resimler birlikte kullanılmış, bilinmeyen kavramlara dair açıklamalar eklenmiş ve özellikle oyunlar “Devam” butonlarıyla parçalara ayrılmıştır. Tasarımda olabildiğince zengin ortamlar sunularak her bireye ulaşılacak amaçlanmıştır. Tasarımlarda günlük dil ve özellikle öğrencilerin dikkatini çekecek hikâyeler oluşturulmuştur. Tüm bu süreçlerde çoklu tasarım ilkelerinin kullanılmış olduğu görülmektedir.

Ders planlarındaki çalışma kağıtlarında kullanılan sorular ve sunulan bilgiler dikkat çekici olması adına animasyonlara ve dijital hikâyelere dönüştürülmüş, matematik tarihi içeren öğeler videolarla desteklenmiştir. Sanal manipülatiflerle ilgili ulaşılabilen birçok site taranmış ve Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularını içeren sanal manipülatifler detaylı bir şekilde incelenerek ait olduğu uygulama haftasına eklenmiştir. Dijital oyun oluşturmaya olanak sağlayan site ve uygulamalar da incelenmiş ve mümkün olduğunca farklı şablonlarda oyunlar oluşturulmaya özen gösterilmiştir. Dijital oyunlar oluşturulurken diğer bir dikkat edilen nokta ise uygulamanın sonuçlara dair detaylı bir rapor sunup sunmaması olmuştur. Çalışmada detaylı rapor sunan uygulamalar daha çok kullanılmıştır. Web sitesine medyalar eklendikten sonra, öğrencilerin dönüt verebilmesi adına, formlar eklenmesine karar verilmiştir. Formları oluşturabilmek adına web sitesine WP-Forms eklentisi kurulmuştur. Bu eklenti kullanıcılara sınırsız form oluşturma ve formları açık uçlu, çoktan seçmeli vb. farklı şablonlarda oluşturma imkânı tanıdığından tercih edilmiştir. Formlar ile yapılan geri bildirimler araştırmacının mailine ulaşmıştır. WP-Forms ile kullanıcılar yalnızca metin içeren geri bildirimler verebilmektedirler.

Bu nedenle öğrencilerin soru çözümlerini gönderebilecekleri bir program veya eklentiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu şekildeki etkinliklerde, öğrencilerin hızlıresim.com'a çözümlerini yüklemeleri ve siteden aldıkları bağlantıları araştırmacıya e-posta olarak iletmeleri gerektiğini belirten formlar eklenmiştir. Tüm bu süreçlerden sonra tamamlandığı düşünülen web sitesi, pilot uygulamaya katılan öğrencilere uygulanmış ve site üzerinde hata veren sayfalar tekrar düzenlenmiştir.

1. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi öğeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.14'te düzenlenmiştir:

**Tablo 3.14.** Uygulamanın 1. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Öğesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Çokgenlerin tarihçesine dikkat çekmek	Animaker 'da bir animasyon oluşturulmuştur, ardından Youtube'dan matematik hikâyeleri 1-Mısır'da Doğan Güneş videosu eklenmiştir.
<b>İlişki</b>	Çokgenlerin özelliklerini Geogebra yoluyla açıklamak	docs.google yardımıyla bir tablo oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Çokgenlerin dış açılar toplamı ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Açının ölçüsünü tahmin etme ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Bu çokgeni bir köşegeninden katlayıp üst üste getirdiğinizde parçaların birbirine eş olup olmayacağını tahmin etmek	VPC etkinliği tasarlanmıştır. thewessens.net adresindeki dörtgenlerin özellikleri ile ilgili manipülatif kullanılmıştır.
<b>Doyum</b>	Çokgenlerin isimlerini tablodan bulmak	Wordwall ile kelime bulmaca oyunu oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

2. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi öğeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.15'te düzenlenmiştir:

**Tablo 3.15.** Uygulamannın 2. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Euler formülü ile dikkat çekme	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Çokgenlerin öteleme, dönme, simetri dönüşümleri sonucunda hangi özellikleri değişir/değişmez farkına varma	Shodor uygulamasına ait sanal manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Pick Teoremi ve alan bulma ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Düzenli çokgenlerin iç açıları ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Katamino oyununa dikkat çekmek	<a href="https://www.transum.org/">https://www.transum.org/</a> sitesinden Katamino-Pentomino oyunu linki verilmiştir.
<b>Doyum</b>	Düzenli çokgenlerin özelliklerini keşfetmek	learningapps uygulaması ile oyun tasarlanmıştır.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

3. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi öğeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.16'da düzenlenmiştir:

**Tablo 3.16.** Uygulamanın 3. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Dörtgenlerle ilgili ön bilgi oluşturma	Youtube'dan Matematik hikâyeleri-Öklid Elementleri videosu gömülmüştür.
<b>İlişki</b>	Öğrencilere dikkat çekici bir zekâ sorusu sorulmuştur.	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Tangramın tarihçesi ve tangram ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Tangram oynamak	Mathigon uygulamasından Tangram sanal manipülatifi eklenmiştir.
<b>Doyum</b>	Dörtgenlerle ilgili genel bilgilerini yoklamak	Learningapps uygulamasından oyun tasarlanmıştır.
<b>Doyum</b>	Dörtgenlerle ilgili genel bilgilerini yoklamak	Learningapps uygulamasından oyun tasarlanmıştır.
<b>Doyum</b>	Dörtgenlerle ilgili genel bilgilerini yoklamak	Educaplay uygulamalarından oyun tasarlanmıştır.
<b>Doyum</b>	Dörtgenlerle ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

4. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.17'de düzenlenmiştir:

**Tablo 3.17.** Uygulamanın 4. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Origami ile yamuk oluşturmak	
<b>İlişki</b>	Yamuğun alanı ile yüksekliğini ilişkilendirmek	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Yamuğun çevre, yükseklik, alan ilişkisini kavramak	illuminations.nctm.org sitesinden yamuğun alanına dair manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	İkizkenar yamuğun özelliklerini keşfetmek	Storyjumper ile dijital hikâye oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	İkizkenar yamuğun özelliklerini keşfetmek	Storyjumper ile dijital hikâye oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Yamuğun kenar orta noktalarından kesilerek elde edilen alanları karşılaştırma ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Yamuk ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

5. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.18'de düzenlenmiştir:

**Tablo 3.18.** Uygulamanın 5. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Özdeş parçalı mozaik kavramı ile paralelkenara dikkat çekmek	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Paralelkenarın çevre, yükseklik, alan ilişkisini kavramak	illuminations.nctm.org sitesinden paralelkenarın alanına dair manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Paralelkenarın özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Paralelkenarın çevre-alan ilişkisi ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Powtoon ile karikatür oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Paralelkenarın alan özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Paralelkenarın alan özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	VPC yaklaşımı kullanılmıştır.
<b>Güven</b>	Paralelkenarın alan özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Paralelkenar ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Wordwall kullanılarak kutuyu aç oyunu oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Paralelkenar ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

6. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.19'da düzenlenmiştir:

**Tablo 3.19.** Uygulamanın 6. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

<b>ARCS Ögesi</b>	<b>Etkinliğin Amacı</b>	<b>Kullanılan Uygulamalar</b>
<b>Dikkat</b>	Eşkenar dörtgen kavramı ile ilgili örnekler sunmak	
<b>İlişki</b>	Eşkenar dörtgenin diğer özel dörtgenlerden ayrılan yönleri üzerinde konuşmak	
<b>Güven</b>	Eşkenar dörtgenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Eşkenar dörtgenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Dikkat</b>	Altın oran ve altın dikdörtgene dikkat çekmek	Mathigon uygulamasından sanal manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Dikdörtgenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Dikdörtgenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Eşkenar dörtgen ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

7. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.20'de düzenlenmiştir:

**Tablo 3.20.** Uygulamanın 7. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Fault kavramı ile dikdörtgene dikkat çekmek	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Dikkat</b>	Platon'un mağara alegorisi ile kareye dikkat çekmek	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Karenin orta nokta-alan ilişkisi ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	VPC yaklaşımı kullanılmıştır. Powtoon ile karikatür oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Pisagor Teoremi ile karenin alanını ilişkilendirmek	Shodor sitesinden manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Karenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Karenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Karenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Dikdörtgen ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Wordwall kullanılarak kutuyu aç oyunu oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Dikdörtgen ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

8. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.21'de düzenlenmiştir:

**Tablo 3.21.** Uygulamanın 8. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Dörtgenlerde kayıp parçalara dikkat çekmek	thewessens.net sayfasından manipülatif eklenmiştir
<b>Dikkat</b>	Möbiüs Şeridi'ne dikkat çekmek	Youtube videoları eklenmiştir
<b>İlişki</b>	Kare ve düzgün altıgenin açıları ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	VPC yaklaşımı kullanılmıştır.
<b>İlişki</b>	Dikdörtgen ve karenin alanları ile ilgili uygulama yapmak	Transum.org ve illuminations.nctm.org sitelerinden manipülatifler eklenmiştir.
<b>İlişki</b>	Birim karelerle oluşturulan şekillerin alanları ile ilgili uygulama yapmak	phet.colorado uygulamasından sanal manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Karenin özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Kare ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Educaplay ile doğru yanlış oyunu oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Kare ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

9. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.22'de düzenlenmiştir:

**Tablo 3.22.** Uygulamanın 9. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Deltoid kavramının öğrenciler ve öğretmenler tarafından örneklendirilmesi	
<b>İlişki</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Creately ile kavram haritası oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Dörtgenlerin özelliklerini tekrar etmek	thewessens.net sayfasından manipülatif eklenmiştir.
<b>İlişki</b>	Dörtgenlerin açı, çevre ve alanlarını hesaplamak	Shodor.org sayfasından manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Deltoidin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Özel dörtgenlerle ilgili hikâye tamamlama	Padlet kullanılmıştır.
<b>Güven</b>	Özel dörtgenlerle ilgili beyin fırtınası	Padlet kullanılmıştır.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Nearpod'dan oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Nearpod'dan oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Wordwall'dan oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Educaplay'den çokgen eşleştirme oyunu oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Educaplay'den oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Özel dörtgenlerle ilgili bilgilerini hatırlamak	Wordwall'dan oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

10. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi öğeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.23'te düzenlenmiştir:

**Tablo 3.23.** Uygulamanın 10. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Platonik cisimlere dikkat çekmek	Youtube'dan video, Nctm.org ve mathigon'dan sanal manipülatifler eklenmiştir.
<b>İlişki</b>	Prizmaların özelliklerini ortaya çıkarmak	Google docs ile tablo oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Prizmaların farklı açılardan görünümünü keşfetmek	Mathplayground ve Toytheater'dan oyun eklenmiştir. media.pearsoncmg adresinden sanal manipülatif eklenmiştir.
<b>Güven</b>	1'den n'e kadar ardışık sayı toplamını birim küplerle bulmak	
<b>Güven</b>	Prizmaların özellikleri ile ilgili problem yoluyla sezgisel kuralları ve ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Prizmaların özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Prizmaların özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Prizmaların özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Şekildeki birim küp sayısını bulmak	Toytheater'dan oyun eklenmiştir.
<b>Doyum</b>	Şekildeki birim küp sayısını bulmak	Google docs ile tablo oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Prizmalar ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Kahoot'tan bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

11. hafta kullanılan etkinliklerin ARCS modeline göre hangi ögeye ait oldukları, amaçları ve hangi uygulamalar kullanılarak oluşturuldukları Tablo 3.24'te düzenlenmiştir:

**Tablo 3.24.** Uygulamanın 11. haftasına dair etkinliklerine ilişkin bilgiler.

ARCS Ögesi	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Uygulamalar
<b>Dikkat</b>	Piramitlere dikkat çekmek	Youtube'dan video oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Piramitlerin özelliklerini ortaya çıkarmak	Google docs ile tablo oluşturulmuştur.
<b>İlişki</b>	Prizmaların ve piramitlerin açınımlarını keşfetmek	Shodor.org ve geogebra'dan sanal manipülatifler eklenmiştir.
<b>Güven</b>	Prizmaların özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Güven</b>	Piramitlerin özellikleri ile ilgili problem yoluyla ZGA'yı ortaya çıkarmak	Animaker kullanılarak animasyon oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Prizmalar ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Menti ile bilgi yarışması oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Piramitler ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Educaplay'den oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Dörtgenler ve katı cisimler ile problem yoluyla ilgili genel bilgilerini yoklamak	Scratch ile oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Dörtgenler ve katı cisimler ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Flippity ile oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Dörtgenler ve katı cisimler ile ilgili genel bilgilerini yoklamak	Plickers ile oyun oluşturulmuştur.
<b>Doyum</b>	Etkinliklere dair görüş bildirmek	Google Forms ile yansıtıcı form oluşturulmuştur.

Tablolarda yer alan etkinliklerin hazırlanması sürecinde kullanılan uygulamalar çalışmanın "*Web sitesinde kullanılan uygulamalar*" kısmında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

**Uygulama basamağı:** Konya ili Yunak ilçesinde bulunan bir devlet okulunda öğrenim gören 10. sınıf öğrencileri ile uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Uygulama basamağında, deney ve kontrol grubu öğrencilerine, uygulama öncesi ZGAT ve SKTT ön test olarak uygulanmıştır. Kontrol grubu olarak seçilen gruba düz anlatım, soru- cevap teknikleriyle ve akıllı tahtadan yararlanılarak ders anlatılmıştır. Deney grubu öğrencilerine ise kontrol grubuna yapılan öğretimin yanı sıra son hali verilen web sitesi üzerinden ders anlatılmıştır. Deney grubu öğrencileri uygulamalara, yüz yüze yapılan dersler esnasında telefon veya tablet kullanarak katılmışlardır. Uygulama sürecinde geliştirme aşaması devam etmiş ve öğrencilerin sürece dair

görüşlerine ve uygulama sürecinde araştırmacının gözlemlerine göre bir sonraki haftanın taslak web sayfası geliştirilip güncellenmiştir. Uygulama süreci sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerine, ZGAT ve SKTT son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubu içinden seçilen, akademik olarak yetersiz- orta düzeyde yeterli ve yeterli görülen ikişer öğrenci olmak üzere 6 öğrenciye de yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Deney grubunda yapılan uygulama süreci ise video kayıt altına alınmıştır.

**Değerlendirme basamağı:** Değerlendirme basamağı, öğretim tasarımı uygulaması sonucunda elde edilen verilerin analizini kapsamaktadır. Araştırmacı, uygulama sürecinde değerlendirme basamağına da geçiş yapmış ve her hafta öğretim sürecinde elde ettiği verileri Excel formatında sınıflandırarak rapor haline getirmiştir. Tasarıma dair aksayan yönler ve tasarımı revize edilmesi gereken yanları raporlaştırılarak düzeltilmiştir.

### **3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi**

Evren, çalışmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda elde edilen bulguların genelleneceği kitledir (Büyüköztürk vd., 2014). Bu çalışmanın evrenini Konya'daki tüm 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Konya ili Yunak ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın pilot uygulaması 2022-2023 eğitim öğretim yılında Konya ili Yunak ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 10. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulama ise 2023-2024 eğitim öğretim yılında yine aynı okuldaki 10. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.1. Örnekleme yöntemi ve gerekçesi**

Çalışma grubunun seçiminde araştırmacının aynı okulda görev yapması göz önünde bulundurularak uygun örnekleme yöntemi (Büyüköztürk vd., 2014) kullanılmıştır. Bu durum araştırmacı ile öğrencilerin birbirini tanımasından kaynaklı öğrencilere kendilerini rahat hissedebilecekleri öğrenme ortamı sunulmasında ve araştırmacının süreci kendi yönetmesinde etkili olmuştur. Ayrıca deney/kontrol gruplarının seçiminde ölçüt örnekleme (Büyüköztürk vd., 2014) yolu da kullanılmıştır. Bu doğrultuda iki şubesi bulunan okulda öğrencilerin telefon/tablet gibi iletişim araçlarına sahip olan öğrenci oranı yüksek olan sınıf deney grubu olarak seçilmiştir.

#### **3.2.2. Deney ve kontrol gruplarının özellikleri**

Çalışmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma yapılan okulda bulunan 2 şubeden biri deney, diğeri kontrol grubu olarak atanmıştır.

**Tablo 3.25.** Deney ve kontrol grupları cinsiyet dağılımı.

	<b>Kız</b>	<b>Erkek</b>	<b>Toplam</b>
<b>Deney</b>	9	7	16
<b>Kontrol</b>	6	5	11

Deney grubunda 9 kız 7 erkek olmak üzere 16 öğrenci, kontrol grubunda ise 6 kız 5 erkek olmak üzere 11 öğrenci (Tablo 3.25) bulunmaktadır.

### **3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri**

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları şunlardır:

#### **3.3.1. Sezgisel kural teorisi testi (SKTT)**

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında kullandıkları sezgisel kuralları ortaya çıkarmak için SKTT (EK-5) kullanılmıştır. SKTT, Ruth Stavy ve Dina Tirosh'un çalışmalarında (Stavy & Tirosh, 2000; Tirosh & Stavy, 1999) ve Barahmand'ın (2019) çalışmalarında kullandıkları sorulardan ve araştırmacının kendi oluşturduğu sorulardan oluşmaktadır. Testte 10 adet çoktan seçmeli madde bulunmaktadır. Bu testten alınabilecek maksimum puan 10'dur.

Test maddeleri üç akademisyen ve bir matematik öğretmenin uzman görüşü alınarak oluşturulmuştur. Test öncelikle açık uçlu olarak hazırlanmıştır. Ancak uzman görüşleri sonrasında çoktan seçmeli olarak hazırlanmasının sezgisel kuralları açığa çıkarmakta daha etkili olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan pilot çalışma sonrasında soruların anlaşılır olduğu görülmüştür. Testteki maddelerde kapsam geçerliliği sağlanacak şekilde aynı A aynı B, daha fazla A daha fazla B ve her şey sonsuza kadar bölünebilir kurallarına dair sorular kullanılmıştır (Tablo 3.26):

**Tablo 3.26.** SKTT’de kullanılan sezgisel kurallar.

Ölçek Madde Numarası	Temel Alınan Sezgisel Kural
1. madde	Aynı A aynı B
2. madde	Daha fazla A daha fazla B
3. madde	Aynı A aynı B
4. madde	Her şey sonsuza dek bölünebilir
5. madde	Her şey sonsuza dek bölünebilir
6. madde	Her şey sonsuza dek bölünebilir
7. madde	Her şey sonsuza dek bölünebilir
8. madde	Daha fazla A daha fazla B
9. madde	Daha fazla A daha fazla B
10. madde	Aynı A aynı B

### 3.3.2. Zihnin geometrik alışkanlıkları testi (ZGAT)

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında kullandıkları ZGA’sını ortaya çıkarmak için ZGAT (EK-6) kullanılmıştır. Test araştırmacının hazırladığı sorulardan oluşmaktadır. Testte 38 madde bulunmaktadır. Testten alınabilecek maksimum puan 38’dir. Testin ilk hali üç akademisyen ve bir matematik öğretmeni tarafından uzman görüşü alınarak 100 öğrenciye uygulanmıştır. Bu pilot uygulama sonucunda testin maddelerinin madde analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda öğrencilerin aldığı minimum puan 0, maksimum puan ise 36 olarak bulunmuştur. Testin Cronbach alfa katsayısı ise 0,96 olarak bulunmuştur.

Madde güçlük indeksi, sorulara verilen doğru yanıtların oranıdır. Madde güçlük indeksleri 0,61 ve yukarısı ise maddenin çok kolay olduğu, 0,40- 0,60 arası ise orta düzeyde olduğu, 0,39 ve aşağısı ise maddenin zor olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk vd., 2014).

Ayırt edicilik indeksi, maddenin ölçülen özellik yönünden öğrencileri ayırt etme düzeyidir. Madde ayırt edicilik indeksinin 0,4 ve üzerinde olması maddenin oldukça iyi bir madde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk vd., 2014).

Testteki 38 maddeye dair madde analizi yapılarak güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 3.27):



**Tablo 3.27.** ZGAT madde analizi.

<b>Madde Numarası</b>	<b>Madde İndeksi</b>	<b>Güçlük</b>	<b>Madde Edicilik İndeksi</b>	<b>Maddeye Dair Yorum</b>
1. madde	0,57		0,62	Oldukça iyi madde
2. madde	0,26		0,44	Zor madde
3. madde	0,48		0,74	Oldukça iyi madde
4. madde	0,33		0,62	Zor madde
5. madde	0		0	Zor ve ayırt ediciliği düşük madde
6. madde	0,48		0,8	Oldukça iyi madde
7. madde	0,44		0,66	Oldukça iyi madde
8. madde	0,36		0,75	Zor madde
9. madde	0,37		0,6	Zor madde
10. madde	0,44		0,74	Oldukça iyi madde
11. madde	0,4		0,8	Oldukça iyi madde
12. madde	0,46		0,77	Oldukça iyi madde
13. madde	0,22		0,44	Zor madde
14. madde	0,26		0,37	Zor madde ve ayırt ediciliği düşük madde
15. madde	0,48		0,96	Oldukça iyi madde
16. madde	0,5		0,92	Oldukça iyi madde
17. madde	0,4		0,74	Oldukça iyi madde
18. madde	0,22		0,44	Zor madde
19. madde	0,33		0,6	Zor madde
20. madde	0,4		0,74	Oldukça iyi madde
21. madde	0		0	Zor madde ve ayırt ediciliği düşük madde
22. madde	0,37		0,74	Zor madde
23. madde	0,42		0,77	Oldukça iyi madde
24. madde	0,44		0,74	Oldukça iyi madde
25. madde	0,48		0,8	Oldukça iyi madde
26. madde	0,22		0,44	Zor madde
27. madde	0,33		0,52	Zor madde
28. madde	0,33		0,66	Zor madde
29. madde	0,42		0,62	Oldukça iyi madde
30. madde	0,48		0,88	Oldukça iyi madde
31. madde	0,44		0,66	Oldukça iyi madde
32. madde	0,44		0,88	Oldukça iyi madde
33. madde	0,37		0,6	Zor madde
34. madde	0,39		0,66	Zor madde
35. madde	0,33		0,42	Zor madde
36. madde	0,07		0,14	Zor madde ve ayırt ediciliği düşük madde
37. madde	0,44		0,66	Oldukça iyi madde
38. madde	0,4		0,52	Oldukça iyi madde

38 maddeden oluşan pilot testin öğrencilere uygulanması sonucunda elde edilen madde analizi sonuçları, bazı maddelerin testten çıkarılması gerektiğini göstermektedir. Bu maddeler 2, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 26, 27, 28, 33, 34, 35, 36 numaralı maddelerdir. Bu maddeler çıkarıldıktan sonra testin Cronbach alfa katsayısı 0,96'dır.

Testteki maddelerin kapsam geçerliliğini sağlamak adına kazanım tablosu (Tablo 3.28.) oluşturulmuştur:



**Tablo 3.28.** ZGAT belirtke tablosu.

<b>Kazanım</b>	<b>Alt Kazanım</b>	<b>Madde Numarası</b>
Çokgen kavramını açıklayarak işlemler yapar.	Çokgen kavramını açıklayarak işlem yapar.	2
	Düzensün çokgen kavramını açıklayarak işlem yapar.	4, 19
Dörtgenin temel elemanlarını ve özelliklerini açıklayarak problem çözer.		17, 18
	Yamuk kavramını açıklayarak işlem yapar.	6, 16
Özel dörtgenlerin açısı, kenar, köşegen ve alan özelliklerini açıklayarak problem çözer.	Paralelkenar kavramını açıklayarak işlem yapar.	3, 5
	Eşkenar dörtgen kavramını açıklayarak işlem yapar.	11, 15
	Dikdörtgen kavramını açıklayarak işlem yapar.	1, 8
	Kare kavramını açıklayarak işlem yapar.	1, 9
	Deltoid kavramını açıklayarak işlem yapar.	7
	Kare prizma kavramını açıklayarak işlem yapar.	12
Dik prizmaların uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.	Dikdörtgenler prizması kavramını açıklayarak işlem yapar.	13
	Üçgen prizma kavramını açıklayarak işlem yapar.	13
	Küp kavramını açıklayarak işlem yapar.	14
Dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.	Kare piramit kavramını açıklayarak işlem yapar.	14
	Düzensün dörtyüzlü kavramını açıklayarak işlem yapar.	10
	Piramit kavramını açıklayarak işlem yapar.	20

Test oluşturma adımları takip edilerek oluşturulan ZGAT son şeklini almıştır. Testin uygulamada kullanılan son hali güçlüğü ve ayırt ediciliği ideal olan, güvenilir ve geçerli 20 maddeden oluşmaktadır. Bu testten alınabilecek maksimum puan 20'dir.

### **3.3.3. Yansıtıcı günlük formu**

Öğrencilerin her hafta yapılan uygulamalara dair görüşlerini incelemek ve varsa görüş değişikliklerinin nedenlerini detaylandırmak amacıyla yansıtıcı günlük formları (EK-7) kullanılmıştır. Yansıtıcı günlük formları web sitesinin haftalık modüllerinin son sayfasına eklenmiştir. Google Forms kullanılarak oluşturulan ve 4 maddeden oluşan yansıtıcı günlük formu, ait olduğu haftada yapılan öğretim etkinliklerine dair görüşleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Öğrencilerin verdiği cevaplar forma otomatik kaydedildiğinden araştırmacının verilere ulaşması kolay olmuştur.

### **3.3.4. Yarı yapılandırılmış görüşme formu**

Yarı yapılandırılmış görüşme formu (EK-8), araştırma sonunda öğrencilerin hazırlanan öğretim ortamına ve bu ortamdaki etkinliklere, uygulamalara dair görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla oluşturulmuştur. Form 16 maddeden oluşmaktadır. Form 3 akademisyen, 1 matematik öğretmeni ve 1 Türkçe öğretmeni tarafından incelenerek uzman görüşleri alınmıştır.

### **3.3.5. Gözlem formu ve video kayıtlar**

Gözlem formu (EK-9) uygulama öncesi, uygulama esnası ve sonrasında öğrencilerin sürece hazırlığı ve katılımını inceleyen 11 maddeden oluşmaktadır. Gözlem formu uygulama esnasında araştırmacı tarafından doldurulmuştur. Araştırmacının bazı noktaları gözden kaçırabileceği düşünülerek uygulamanın tamamı video kaydına alınmıştır. Araştırmacının gözlem formlarını ve video kayıtları birlikte değerlendirerek öğrencilerin sürece katılımlarını yorumlaması hedeflenmiştir.

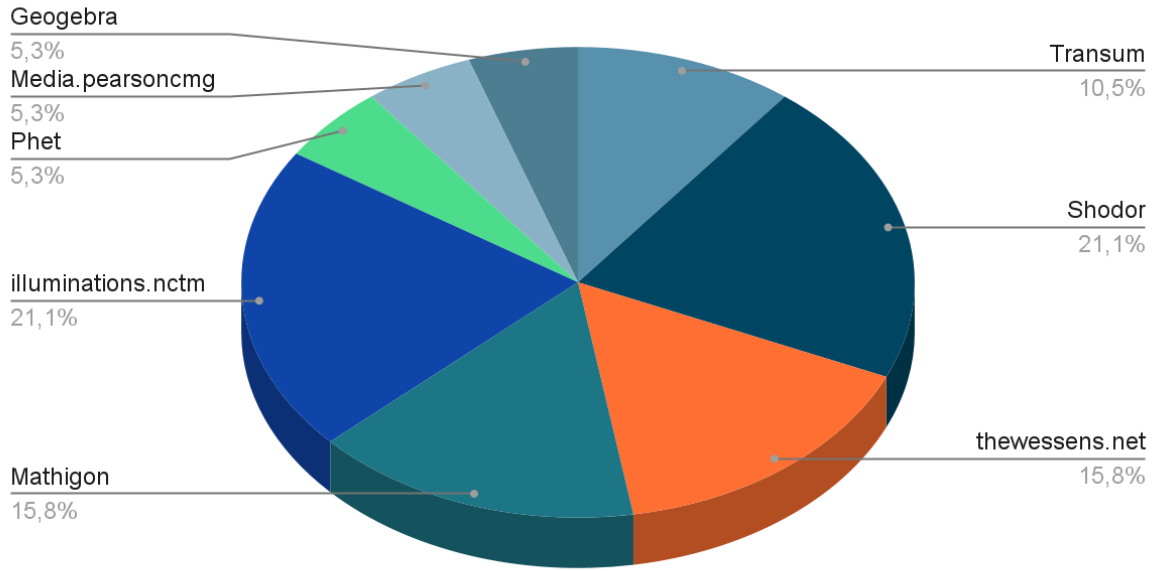
### **3.3.6. Web sitesinde kullanılan etkinlikler**

Araştırmanın amacı, zenginleştirilmiş öğrenme ortamında öğrencilerin sezgisel kural kullanımını ve ZGA'sını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle sanal manipülatifler, VPC, matematik tarihi, animasyonlar, eğitsel videolar, dijital hikâyeler, dijital oyunlar ve dinamik geometri yazılımı olan Geogebra kullanılarak 11 haftalık ders planı hazırlanmıştır. Bu ders planı kapsamında planlanan tüm etkinlikler [www.geometriakademisi.com.tr](http://www.geometriakademisi.com.tr) sitesine gömülmüştür. Site içerisinde yanıt gerektiren sorular için WP-Forms eklentisi kurulmuştur. Eklenti yardımıyla çoktan seçmeli, doğru-yanlış ve açık uçlu maddeler içeren formlar oluşturularak siteye eklenmiştir. Öğrencilerin çizim yaparak cevap vermesi gereken sorularda ise öğrenciler hızlıresim.com'a yönlendirilmiş ve oradan alınan kodlar araştırmacıya gönderilmiştir.

Çalışmada kullanılan uygulamalar şunlardır:

### 3.3.6.1. Sanal manipülatif uygulamaları

Çalışmada kullanılan sanal manipülatif uygulamaları Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir:



Şekil 3.4. Sanal manipülatiflerin kullanım oranı.

<p><b>TRANSUM. ORG</b></p> <p>Transum Mathematics sitesi anaokulundan 8. sınıf düzeyine kadar matematiğe ait olan tüm konu ve kazanımlarda sanal manipülatif, oyun ve bulmaca imkanı tanımaktadır. Uygulamada konu ve kazanımlara göre etkinlik arama işlevi bulunmaktadır. Ayrıca sınav soruları bölümünde zorluk seviyesi seçerek sınavlara uygun sorular oluşturmak mümkündür.</p>	<p><b>SHODOR</b></p> <p>Shodor Interactive sitesi matematiğe ait birçok konu ve kazanımda sanal manipülatif, oyun ve sınav imkanı tanımaktadır. Uygulamada konu ve kazanımlara göre etkinlik arama işlevinin yanında tartışma, sözlük, değerlendirme gibi alt alanlar da bulunmaktadır.</p>
<p><b>THEWESSENS</b></p> <p>Mathenæum adlı uygulama matematikle ilgili birçok konu ve kazanımda manipülatif sunmaktadır. Manipülatiflerin konu alanlarına göre sınıflandırıldığı uygulamada matematiğe dair birçok deneme yazısına erişmek mümkündür.</p>	<p><b>PHET</b></p> <p>Matematik ve fen alanlarında birçok simülasyon ve manipülatifi barındıran sitede kullanıcıların kendi etkinliklerini oluşturması da mümkündür.</p>
<p><b>ILLUMINATIONS. NCTM</b></p> <p>NCTM sitesine eklenmiş olan Illuminations uygulaması kullanıcılara NCTM veya Common Core Maths Standards seçimi sunarak kullanıcıların istediği standarda göre kazanım seçmesine imkan sağlamaktadır. Sitede anaokulundan 12. sınıfa kadar birçok uygulamaya erişmek mümkündür.</p>	<p><b>MATHİGON</b></p> <p>Matematiksel oyun alanı sloganıyla tanınan Mathigon matematikle ilgili birçok konu ve kazanımda manipülatif, oyun ve ders planı sunmaktadır. Bu uygulama bazı konuların ders şeklinde oluşturulmuş modülleri de mevcuttur.</p>
<p><b>MEDIA.PEARSONCMG</b></p> <p>Site kullanıcılara her alanda manipülatif, simülasyon vb. etkinlik hazırlama ve bunu paylaşma imkanı tanımaktadır. mümkündür.</p>	<p><b>GEOGEBRA</b></p> <p>Dinamik geometri yazılımı olarak tanınan Geogebra'nın kaynaklar kısmında kullanıcılar tarafından oluşturulmuş simülasyonlar bulunmaktadır.</p>

Şekil 3.5. Kullanılan sanal manipülatiflerin özellikleri.

### **3.3.6.2. Animasyon uygulaması**

Çalışmada kullanılan animasyonlarda Animaker kullanılmıştır. Animaker ücretsiz olarak kullanıcılara sayısız video oluşturma ve her ay 3 video indirme imkânı tanıyan bir video ve animasyon oluşturma sitesidir. Çalışmada bu uygulamanın kullanılma nedeni, diğer uygulamalara göre kullanımının kolay olması, ücretsiz şekilde seslendirme desteği sağlaması ve karakter ve tema çeşitlerinin oldukça fazla olmasıdır.

### **3.3.6.3. Kavram haritası uygulaması**

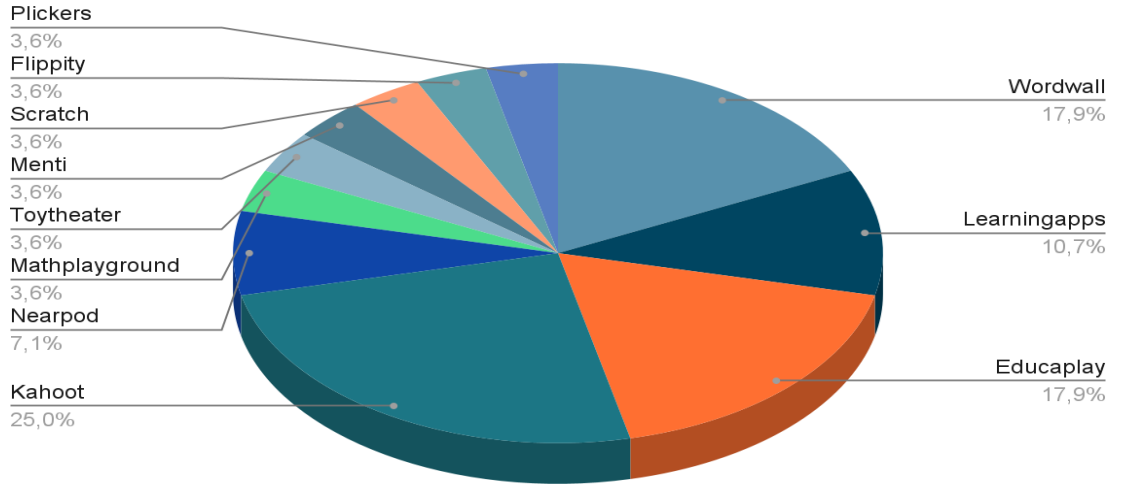
Çalışmada sadece bir tane kavram haritası oluşturulmuştur ve bu haritanın oluşturulmasında Creately kullanılmıştır. Creately kullanıcılara zihin haritası, kavram haritası, akış diyagramı gibi birçok nesneyi oluşturma imkânı tanımaktadır. Araştırmada bu programın kullanılma sebebi kullanımının daha kolay olması ve oluşturulan haritanın pdf formatını indirme olanağı sunmasıdır.

### **3.3.6.4. Dijital hikâye uygulaması**

Çalışmada kullanılan dijital hikâyeler Storyjumper sitesinde oluşturulmuştur. Storyjumper kullanıcılara kitap temaları sunduğu gibi kullanıcıların kendilerinin tema oluşturmalarına da izin vermektedir. Kullanıcılar oluşturdukları kitapları paylaşımına açabilmekte ve satışa sunabilmektedirler ancak kitapları ücretsiz olarak pdf formatında indirememektedirler. Kullanıcıların herhangi bir kitabı sonuna kadar okuyabilmesi için ise siteye üye olmaları gerekmektedir. Araştırmada bu programın kullanılma sebebi çalışmada kullanılan soruların belge olarak kitaba eklenebilmesidir.

### **3.3.6.5. Dijital oyun uygulamaları**

Çalışmada kullanılan uygulamalar Şekil 3.6'da ve Şekil 3.7'de verilmiştir:



Şekil 3.6. Uygulamada kullanılan dijital oyun uygulamaları.

<p><b>WORDWALL</b></p> <p>Her düzeyden ve her konudan oyun oluşturmanın mümkün olduğu uygulamada birçok etkinlik şablonu bulunmaktadır. Kullanıcıların oyun oluşturmaları ve bunları paylaşımları mümkün olduğu gibi paylaşılan oyunları kullanmaları da mümkündür. Ücretsiz olarak sınırlı sayıda öğretim materyali oluşturabilen uygulamada ücretli olarak çok daha fazla türde materyal oluşturulabilmektedir. Uygulamanın en iyi yanı, sonuçları rapor şeklinde sunmasıdır.</p>	<p><b>KAHOOT</b></p> <p>Kullanıcıların her alanda çoktan seçmeli, doğru yanlış veya kısa cevaplı soru hazırlamasına imkân sağlayan bu uygulama ile aynı anda birçok öğrenci kendilerine verilen kod ile ücretsiz olarak sınava katılabilmektedir. Sınavlar çevrimiçi olarak kullanıcı kontrolünde yapılmaktadır ve sınav sonucu detaylı bir rapor şeklinde sunulmaktadır.</p>
<p><b>LEARNINGAPPS</b></p> <p>Uygulamada her türlü konu ve kazanıma uygun birçok etkinlik şablonu bulunmaktadır. Uygulamada sonuç raporları kaydedilmemektedir.</p>	<p><b>SCRATCH</b></p> <p>Scratch basit düzeyde bir kodlama programı olup kullanıcılara video, animasyon ve oyun oluşturma seçeneği sunmaktadır. Uygulamadaki hazır kodları kullanan kullanıcı, hiçbir bilgiye gerek duymadan, kodlama yapabilmektedir.</p>
<p><b>EDUCAPLAY</b></p> <p>Her düzeyden ve her konudan oyun oluşturmanın mümkün olduğu uygulamada birçok etkinlik şablonu bulunmaktadır. Uygulamada kelime oyunları ağırlıklıdır. Uygulamanın sonuçlarını, kullanıcı hesabında görebilmektedir.</p>	<p><b>MENTİMETER</b></p> <p>Kullanıcıların her alanda sınav,quiz vs. hazırlamasına imkan sağlayan bu uygulama ile aynı anda birçok öğrenci ücretsiz olarak sınava katılabilmekte ve soruları oylayabilmektedir. Sınav sonuçları hakkında ise ücretsiz üyelikte yalnızca basit bir analiz sunmaktadır.</p>
<p><b>FLIPPITY</b></p> <p>Flaş kartlar gibi materyaller oluşturmada ve daha çok kelime oyunları oluşturmada öne çıkan bir uygulamadır. Kullanıcı girişi gerekmemektedir.</p>	<p><b>GENIALLY</b></p> <p>Kullanıcılara video, oyun, sunum, afiş vb. birçok materyal oluşturma seçeneği sunan bir uygulamadır.</p>
<p><b>NEARPOD</b></p> <p>Kullanıcılar ders ve materyal oluşturma imkânı tanıyan uygulamada sınıf oluşturma ve canlı ders başlatma özellikleri de bulunmaktadır. Öğrencilerin derse ve etkinliklere katılım oranlarını da raporlaştırmaktadır.</p>	<p><b>MATHPLAYGROUND</b></p> <p>Anaokulundan 6. sınıf düzeyine kadar tüm matematik kazanımlarına dair manipülatif, oyun, puzzle gibi materyallerin bulunduğu bir uygulamadır. Kullanıcıların oyun tasarlamasına izin vermemektedir</p>
<p><b>TOYTHEATER</b></p> <p>Anaokulundan 8. sınıf düzeyine kadar matematik, okuma, sanat, müzik gibi birçok alanda oyun ve manipülatif sunmaktadır. Kullanıcıların oyun oluşturmalarına izin vermemektedir.</p>	

Şekil 3.7. Uygulamada kullanılan dijital oyun uygulamalarının özellikleri.

### **3.3.6.6. Karikatür uygulaması**

Canva, bir afiş, sunum, portre vs. hazırlama programıdır. Araştırmada kullanılan karikatürler Canva ile oluşturulmuştur.

### **3.3.6.7. Diğer uygulamalar**

Araştırmada işbirlikçi hikâye yazma ve beyin fırtınası aracı olarak Padlet kullanılmıştır. Padlet kullanıcıların e-posta adresini kullanarak bir tartışmaya, bir foruma veya bir hikâyeye dair görüşlerini bildirebildikleri bir uygulamadır. Öğrencilerin görüşleri uygulama sayfasında diğer kullanıcılara açık olduğundan öğrenciler birbirinin fikirlerinden ilham alabilir veya birbirinin yorumuna karşıt olan fikrini belirtebilir.

Araştırmada oluşturulan tablolar Google dokümanlar kullanılarak oluşturulmuştur. Böylelikle her ortamda çevrim içi olarak tablolara erişim mümkündür. Yansıtıcı günlük formlar ise Google Forms kullanılarak oluşturulmuştur. Google Forms kullanımı basit olan bir Google eklentisidir ve forma verilen tüm yanıtlar detaylarıyla kaydedilmektedir.

## **3.4. Veri Toplama Süreci**

### **3.4.1. Pilot uygulama süreci**

Çalışmanın 10. sınıf öğrencilerine Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konusunda yapılmasına karar verildikten sonra araştırmacının görev yaptığı okuldaki 10. sınıf öğrencileri üzerinden 2022-2023 eğitim öğretim yılı mart ayında pilot uygulamanın yapılmasına karar verilmiştir. Pilot uygulama web sitesi üzerinden değil etkinliklerin kâğıda dökülmüş hali üzerinden yapılmıştır. Bu durumun temel sebebi, pilot uygulama ve asıl uygulama arasındaki 1 yıllık süreç içerisinde web sitesinin güncel halini koruyamayacağına dair duyulan endişeler ve web sitesini tasarlamak için yeterli zamanın olmamasıdır. Kâğıt-kalem ortamındaki etkinliklerden bazıları pilot uygulama sürecinde, öğrencilerin anlayamaması ve çok zor bulması sebebiyle, asıl uygulamaya konulmamıştır. Asıl uygulama yapılmadan önce web sitesi tasarlanmış ve pilot uygulama grubuna tekrar uygulanarak sitenin aksayan yönleri keşfedilmiştir. Sitede sıkıntı yaratan durumlar düzeltilerek asıl uygulamaya geçilmiştir.

### **3.4.2. Asıl uygulama süreci**

Asıl uygulama sürecinde her hafta, dersten önce, uygulanacak hafta tekrar kontrol edilip güncellenmiştir. Çalışmaya katılacak olan öğrencilerden deney ve kontrol grubu belirlendikten sonra tüm öğrencilere ZGAT ve SKTT uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerden veli onam ve katılımcı onam belgesi alınarak, her öğrencinin derse telefon veya tablet getirmesi

gerektiği belirtilmiştir. Her hafta 2 saat olmak üzere 11 hafta yani toplam 22 saat boyunca öğrenciler uygulama sürecine katılmışlardır. Haftanın 4 saatinde ise kontrol grubunda olduğu gibi akıllı tahta üzerinden düz anlatım, soru- cevap yöntemleriyle ders işlenmeye devam edilmiştir. Her hafta öğrencilerin etkinliklere karşı tutumları ve yansıtıcı günlük formuna verdikleri yanıtlar göz önünde bulundurularak web sitesi tekrar düzenlenip güncellenmiştir. Araştırmacı bu süreçte veri toplayan, analiz eden rolünde ve uygulama sürecinde öğrencilere rehberlik eden konumundadır. Kontrol grubundaki öğrencilere ise akıllı tahta üzerinden düz anlatım ve soru cevap yöntemleriyle ders anlatılmıştır. Her iki gruba da uygulama sonunda ZGAT ve SKTT uygulanmıştır.

### **3.4.3. Uygulama ortamı ve koşulları**

Uygulama, çalışmanın yapıldığı devlet okuluna ait matematik sınıfında gerçekleştirilmiştir. Bu sınıfın seçilmesinde öğrencilerin sınıfta bulunan materyalleri de kullanarak öğrenme sürecine daha rahat adapte olabileceğinin düşünülmesi etkili olmuştur. Ayrıca bu sınıf ortamı geniş olduğundan farklı açılardan video çekimleri denenmiş ve en net çekim imkânı sağlayan noktaya kamera yerleştirilmiştir. Araştırmada kamera yoluyla öğrenme sürecinin video kayıtları alınmış; bu kayıtlar sürecin izlenmesinde ve gözlem formunda gözden kaçan noktaların tespitinde kullanılmıştır. Uygulamanın bu sınıfta yapılması araştırmacının da sürece dair hazırlıkları yapmasına zaman tanımıştır.

Tasarım tabanlı araştırmada araştırmacı rolü kesin bir çizgiyle belirtilmemiştir (Van den Akker vd., 2006). Bu araştırmada araştırmacının tasarımcı, uygulayıcı ve değerlendirici rolleri başta olmak üzere birden fazla rolü bulunmaktadır. Ayrıca öğrencilere süreçte rehberlik edici ve yol gösterici rolü de bulunmaktadır.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Araştırmada karma yöntem kullanıldığından nicel ve nitel veriler elde edilmiştir. Araştırmada ZGAT'den ve SKTT'den elde edilen nicel veriler; yine bu testlerden, görüşme formundan ve yansıtıcı günlük formundan elde edilen nitel veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. ZGAT'den ve SKTT'den elde edilen veriler önce puanlama cetvelleri kullanılarak nicel analiz edilmiş; daha sonra elde edilen nitel veriler detaylı bir şekilde incelenerek nitel analiz yapılmıştır.

### 3.5.1. Nicel verilerin analizi

#### 3.5.1.1. Puanlama yaklaşımları

Araştırmada, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sezgisel kuralları kullanmalarına etkisini belirlemek için SKTT uygulanmıştır. Test 10 maddeden oluşmaktadır. Öğrenci cevaplarında doğru ve yanlış cevaplar dikkate alınmamış; sezgisel kurallar kullanıp kullanılmaları dikkate alınmıştır. Buna göre öğrenci cevabında sezgisel kural kullanmışsa 1 puan, sezgisel kural kullanmamış ise 0 puan verilmiştir. SKTT'den alınabilecek en yüksek puan 10, en düşük puan 0'dır. Örneğin SKTT 6. Sorusunda öğrencilerin verdiği “*Bölme işlemi 1'den sonra devam etmez.*” yanıtı sezgisel bir kural içerdiğinden 1 puan; “*Sonsuza dek sürer, çünkü sayılar sonsuzdur.*” yanıtı sezgisel bir kural içermediğinden 0 puan olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGA kullanımlarına etkisini belirlemek için ZGAT uygulanmıştır. Test 20 maddeden oluşmaktadır. Bu testten elde edilen verilerin analizinde Bülbül (2016) tarafından hazırlanan puanlama cetveli (Tablo 3.29) kullanılmıştır:

**Tablo 3. 29.** ZGAT puanlama cetveli.

Puan	Puanlama ölçütü
0	<i>Hiçbir alışkanlık kullanılmadı</i>
1	<i>Yalnızca bir alışkanlık kullanıldı ancak çözüme ulaşılamadı.</i>
2	<i>Birden fazla alışkanlık kullanıldı ancak çözüme ulaşılamadı.</i>
3	<i>Bir/Birden fazla alışkanlık kullanıldı ve çözüme ulaşıldı.</i>

ZGAT'den alınabilecek en yüksek puan 60, en düşük puan 0'dır.

#### 3.5.1.2. Kullanılan istatistikî testler

Nicel verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır. Araştırmalarda örneklem sayısı 30'dan az olduğunda parametrik olmayan testler kullanılması önerilse de parametrik testler için diğer şartları sağlayan verilerde bu durum göz ardı edilebilir (Sönmez & Gülderen Alacapınar, 2019). Bu şartlar verilerin normal dağılım göstermesi ve en az iki ölçüm grubunun bulunmasıdır. Bu nedenle araştırmada elde edilen verilerden normal dağılım gösterenlere parametrik testler, normal dağılım göstermeyenlere parametrik olmayan testler uygulanmıştır.

Araştırmanın alt problemleri kapsamında ZGAT ve SKTT ön ve son testlerinden elde edilen puanların normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Shapiro Wilks testi uygulanmıştır. Buna göre;

**Tablo 3. 30.** Deney ve kontrol grupları ZGAT ön test normallik testi sonuçları.

Normallik Testi			
Ön Test	p (Shapiro Wilks)	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	<0.01	3.414	12.602
Kontrol Grubu	<0.01	2.408	6.063

Deney ve kontrol grubu ZGAT ön test puanlarının, Shapiro Wilks testi sonuçlarına (Tablo 3.30) göre,  $p < 0.05$  olup normal dağılmadığı görülmektedir.

**Tablo 3. 31.** Deney ve kontrol grupları ZGAT son test normallik testi sonuçları.

Normallik Testi			
Son Test	p (Shapiro Wilks)	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	0.254	0.798	0.387
Kontrol Grubu	0.111	0.152	-1.831

Deney ve kontrol grubu ZGAT son test puanlarının, Shapiro Wilks testi sonuçlarına (Tablo 3.31) göre,  $p > 0.05$  olup normal dağıldığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol grubunda ZGAT ön test puanları normal dağılmazken, son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu durumda iki grubun ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U testi; son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için ise parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. Deney grubunun ön ve son test puanları arasında ve kontrol grubunun ön ve son test puanları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek için ise parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

**Tablo 3. 32.** Deney ve kontrol grupları SKTT ön test normallik testi sonuçları.

<b>Normallik Testi</b>			
<b>Ön Test</b>	<b>p (Shapiro Wilks)</b>	<b>Çarpıklık</b>	<b>Basıklık</b>
Deney Grubu	0.179	-0.748	0.478
Kontrol Grubu	0.065	-0.690	0.779

Deney ve kontrol grubu SKTT ön test puanlarının, Shapiro Wilks testi sonuçlarına (Tablo 3.32) göre,  $p > 0.05$  olup normal dağıldığı görülmektedir.

**Tablo 3. 33.** Deney ve kontrol grupları SKTT son test normallik testi sonuçları.

<b>Normallik Testi</b>			
<b>Son Test</b>	<b>p (Shapiro Wilks)</b>	<b>Çarpıklık</b>	<b>Basıklık</b>
Deney Grubu	0.087	0.269	-0.961
Kontrol Grubu	0.197	-1.045	2.068

Deney ve kontrol grubu SKTT son test puanlarının, Shapiro Wilks testi sonuçlarına (Tablo 3.33) göre,  $p > 0.05$  olup normal dağıldığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol grubunda SKTT ön ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu durumda iki grubun ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. Deney grubunun ön ve son test puanları arasında ve kontrol grubunun ön ve son test puanları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek için ise parametrik testlerden bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır.

### **3.5.2. Nitel verilerin analizi**

#### **3.5.2.1. Betimsel ve içerik analizi**

Araştırmada ZGAT'den, SKTT'den, görüşme formundan ve yansıtıcı günlük formundan elde edilen veriler nitel analiz yoluyla analiz edilmiştir. Analiz sürecinde deney grubu öğrencileri D1, D2, D3,..., D16; kontrol grubu öğrencileri K1, K2, ..., K11 olarak kodlanmıştır. ZGAT'den elde edilen veriler Driscoll'un (2007) ZGA çerçevesine göre betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir. SKTT'den elde edilen veriler Stavy ve Tirosh'un (2000) SKT'ye göre betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan ve yansıtıcı günlük formundan elde edilen verilerin içerik analizi yapılmıştır.

#### **3.5.2.2. Kodlama ve Temalandırma**

İçerik analizi araştırmadan elde edilen bulguların araştırmacı tarafından kodlanarak yorumlanmasına dayanır (Merriam, 2018). Kodlama süreci ise araştırmada elde edilen verilerin bilgi kategorileri şeklinde toplanması ve bu kategorilere etiket verilmesine dayanır (Creswell, 2020). Creswell'e (2020) göre bilgisayar yazılımları yoluyla araştırmadan elde edilen verilerin depolanması ve detaylı bir şekilde incelenerek analiz edilmesi veri analizi sürecinin daha hızlı ve kolay olmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle bu çalışmada içerik analizi sürecinde MAXQDA 24 programı kullanılmıştır. Yansıtıcı günlük formları her hafta uygulama sürecinden sonra öğrencilere uygulanmış ve öğrencilerden elde edilen yanıtlar kodlanarak temalar oluşturulmuştur. Deney grubuna uygulanan asıl uygulama sonrasında ise elde edilen veriler kodlanarak yorumlanmıştır.

### **3.6. Geçerlik ve Güvenirlik**

Araştırmanın iç geçerliliği elde edilen araştırma bulguların gerçek dünyadaki gerçekliğe uyumu ve inandırıcılığıyla ilgilidir (Merriam, 2018). İç geçerliliği artırmak için, katılımcılara duygu ve düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri bir öğrenme ortamı sunulmuştur. Süreçte araştırmacının rolü açık bir şekilde belirtilmiştir. Araştırmanın her aşamasında uzman görüşleri alınarak araştırma sürecindeki olası eksikliklerin ortaya çıkması önlenmiştir. Veri toplama yöntemleri araştırmanın amacına uygun şekilde seçilmiştir. Araştırmanın bulguları, benzer çalışmaların bulguları ile desteklenmiştir. Üçgenleme yöntemi ile farklı veri toplama araçları kullanılarak veriler toplanmıştır.

Araştırmanın dış geçerliliği benzer durumlara aktarılabilmesi ve genellenebilmesi ile ilgilidir (Merriam, 2018). Dış geçerliliği artırmak için, araştırmanın her aşaması detaylı bir

şekilde anlatılmış ve öğrencilerden elde edilen veriler doğrudan alıntı şeklinde çalışmaya eklenmiştir.

Araştırmacı sonuçlarının farklı kodlayıcılar tarafından görüş birliğini içermesi güvenilirlik kavramıyla ilişkilendirilir (Creswell, 2020). Bu çalışmada farklı kodlayıcılar tarafından verilen kodların Miles ve Huberman (1994) formülüne göre ZGAT’de %92, SKTT’de %95 oranında uyumlu olduğu görülmüştür ki bu sonuç puanların anlamlı derecede uyumlu olduğunu göstermektedir. Kodlayıcılar tarafından farklı kodlanmış veriler incelenmiş ve üzerinde tartışılarak görüş birliğine varılmıştır. Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla öğrencilerden elde edilen veriler bütüncül olarak analiz edilip tutarlılıkları incelenmiştir ve araştırmada toplanan ham veriler saklanmıştır. Ayrıca araştırma sürecinde uzman görüşleri alınarak sonuçların tutarlılığı sağlanmıştır.

Araştırmada iç ve dış geçerliği ve güvenilirliği sağlamak için üçgenleme kullanılmıştır. Birbirini destekleyen farklı veri toplama araçları ve yöntemler kullanılarak yöntem üçgenlemesi; nicel ve nitel analizleri birlikte kullanarak analiz üçgenlemesi kullanılmıştır.

## BÖLÜM 4

### 4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın nicel boyutunda nicel verilerin analizinden elde edilen bulgular ve nitel boyutunda nitel verilerin analizinden elde edilen bulgular yorumlanarak sunulmuştur. Ayrıca tasarlanan web sitenin uygulama sürecinden elde edilen bulgular da bu bölümde yorumlanmıştır.

#### 4.1. Araştırmanın Nicel Boyutuna Dair Bulgular

##### 4.1.1. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde “Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğrenme ortamının kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, ZGAT ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.1.** Deney ve kontrol grupları ZGAT ön test Mann Whitney U testi sonuçları.

Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	p
Deney Grubu	16	15.97	255.5	56.5	0.089
Kontrol Grubu	11	11.14	122.5		

Mann Whitney U testi sonuçlarına göre (Tablo 4.1), deney ve kontrol gruplarının ZGA ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (U: 56.5,  $p > 0.05$ ). Bu bulgu, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ZGA düzeylerinin benzer olduğunu ve gruplar arasında başlangıçta anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu durum, uygulama sürecinin etkilerini değerlendirmek açısından uygun bir başlangıç düzeyi sunmaktadır.

##### 4.1.2. Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminde “Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin, ZGA son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.2.** Deney ve kontrol grupları ZGAT son test bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Son Test	n	Aritmetik Ortalama	Ss	Sd	t	p
Deney grubu	16	31.62	6.53			
Kontrol grubu	11	10.45	8.48	25	-7.32	<0.01

Bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre (Tablo 4.2), deney ve kontrol gruplarının ZGAT son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu bulgu, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin ZGA'yı geliştirmede anlamlı düzeyde daha etkili olduğunu göstermektedir. Etki büyüklüğünü belirlemek için kullanılan Cohen's d değeri 2.72 olarak bulunmuştur. Bu değer Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre yüksek düzeyde (büyük) etki anlamına gelmektedir. Bu sonuç, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin ZGA'sını geliştirmede oldukça yüksek düzeyde daha etkili olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.3. Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminde "Kontrol grubu öğrencilerinin, ZGAT ön-son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.3.** Kontrol grubu ZGAT ön-son test Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları.

Son Test- Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Pozitif Sıra	9	5	45		
Negatif Sıra	0	0	0	-2.66	0.008
Eşit	2				

Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçlarına göre (Tablo 4.3), kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön-son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $z: -2.66$ ,  $p < 0.05$ ). Bu bulgu, geleneksel öğrenme ortamının, kontrol grubu öğrencilerinin ZGA'sını geliştirmede anlamlı düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi için etki büyüklüğü ( $r$ ) yaklaşık 0.8 olarak bulunmuştur. Bu değer Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre yüksek düzeyde (büyük) etki anlamına gelmektedir. Bu sonuç, geleneksel öğrenme ortamının öğrencilerin ZGA üzerinde oldukça güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.4. Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın dördüncü alt probleminde “Deney grubu öğrencilerinin, ZGAT ön-son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.4.** Deney grubu ZGAT ön-son test Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları.

Son Test- Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Pozitif Sıra	16	8.5	136		
Negatif Sıra	0	0	0	-3.51	< 0.01
Eşit	0	0	0		

Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçlarına göre (Tablo 4.4), deney grubu öğrencilerinin ZGAT ön-son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $z: -3.51$ ,  $p < 0.05$ ). Bu bulgu, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının, deney grubu öğrencilerinin ZGA’sını geliştirmede anlamlı düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi için etki büyüklüğü ( $r$ ) yaklaşık 0.877 olarak bulunmuştur. Bu değer Cohen’in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre yüksek düzeyde (büyük) etki anlamına gelmektedir. Bu sonuç, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin ZGA’sı üzerinde oldukça güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.5. Araştırmanın beşinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın beşinci alt probleminde “Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin, SKTT ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.5.** Deney ve kontrol grupları SKTT ön test bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Alt Boyut	Grup	N	Aritmetik Ortalama	Ss	Sd	T	P
Aynı A Aynı B	Deney	16	2.5	1.09			
	Kontrol	11	2.36	0.92	25	-0.33	0.738
Daha Fazla A Daha Fazla B	Deney	16	1.56	0.81			
	Kontrol	11	2.27	1	25	2.02	0.054
Herşey Bölünebilir	Deney	16	0.81	0.75			
	Kontrol	11	1.18	0.4	25	1.48	0.15

Bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre (Tablo 4.5), deney ve kontrol gruplarının SKTT ön test puanları arasında hiçbir alt boyutta anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Bu sonuç deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde sezgisel kural kullanımları arasında anlamlı bir farkın olmadığını belirtmektedir.

#### 4.1.6. Araştırmanın altıncı alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın altıncı alt probleminde “Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin, SKTT son test puanlarında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.6.** Deney ve kontrol grupları SKTT son test bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Alt Boyut	Grup	N	Aritmetik Ortalama	Ss	Sd	T	P
Aynı A Aynı B	Deney	16	1.5	0.89	25	2.31	0.029
	Kontrol	11	2.27	0.78			
Daha Fazla A Daha Fazla B	Deney	16	0.56	0.72	25	4.18	<0.01
	Kontrol	11	1.90	0.94			
Herşey Bölünebilir	Deney	16	0.18	0.4	25	5	<0.01
	Kontrol	11	1.36	0.8			

Bağımsız örneklem t testi sonuçları dikkate alındığında (Tablo 4.6), SKTT son test puanlarında deney ve kontrol grupları arasında tüm alt boyutlarda istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Özellikle;

- Aynı A Aynı B alt boyutunda ( $t=2.31$ ,  $p=0.029$ ),
- Daha Fazla A Daha Fazla B alt boyutunda ( $t=4.18$ ,  $p<0.01$ ) ve
- Her Şey Bölünebilir alt boyutunda ( $t=5.00$ ,  $p<0.01$ )

anlamlı düzeyde kontrol grubu lehine fark oluşmuştur. Bu sonuç, kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerine kıyasla daha fazla sezgisel kural kullandığını göstermektedir. Bu bulgu, geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenim gören öğrencilerin sezgisel kural kullanım eğilimlerinin zenginleştirilmiş öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Bağımsız Örneklem t Testi için etki büyüklüğü (Cohen's d) değeri her bir alt boyut için hesaplanmıştır. Buna göre etki büyüklükleri yaklaşık olarak;

- Aynı A Aynı B alt boyutunda ( $d=0.9$ ),
- Daha Fazla A Daha Fazla B alt boyutunda ( $d=1.64$ ) ve
- Her Şey Bölünebilir alt boyutunda ( $d=1.96$ )

olarak bulunmuştur. Bu değerler Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre yüksek düzeyde (büyük) etki anlamına gelmektedir. Bu sonuç, geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı öğrenme ortamının sezgisel kural kullanımında zenginleştirilmiş öğrenme ortamına oranla oldukça büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.7. Araştırmanın yedinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın yedinci alt probleminde “Kontrol grubu öğrencilerinin, SKTT ön-son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4.7.** Kontrol grubu SKTT ön-son test bağımlı örneklem t testi sonuçları.

Alt Boyut	Test	N	Aritmetik Ortalama	Ss	Sd	T	P
Aynı A Aynı B	Ön	11	2.36	0.92	10	0.26	0.796
	Son	11	2.27	0.78			
Daha Fazla A Daha Fazla B	Ön	11	2.27	1	10	1.78	0.104
	Son	11	1.90	0.94			
Herşey Bölünebilir	Ön	11	1.18	0.4	10	-0.69	0.506
	Son	11	1.36	0.8			

Bağımlı örneklem t testi sonuçlarına göre (Tablo 4.7), kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son test puanları arasında hiçbir alt boyutta anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0.05$ ). Bu sonuç, geleneksel öğrenme ortamında öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin sezgisel kural kullanımlarında uygulama öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir.

#### 4.1.8. Araştırmanın sekizinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın sekizinci alt probleminde “Deney grubu öğrencilerinin, SKTT ön-son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır:

**Tablo 4. 8.** Deney grubu SKTT ön-son test bağımlı örneklem t testi sonuçları.

Alt Boyut	Test	N	Aritmetik Ortalama	Ss	Sd	T	P
Aynı A Aynı B	Ön	16	2.5	1.09	15	2.51	0.024
	Son	16	1.5	0.89			
Daha Fazla A Daha Fazla B	Ön	16	1.56	0.81	15	4.14	<0.01
	Son	16	0.56	0.72			
Herşey Bölünebilir	Ön	16	0.81	0.75	15	2.61	0.02
	Son	16	0.18	0.4			

Bağımlı örneklem t testi sonuçlarına göre (Tablo 4.8), deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son test puanları arasında tüm alt boyutlarda anlamlı düzeyde fark olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuç, deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında sezgisel kural kullanımında anlamlı bir azalma gerçekleştiğini göstermektedir. Başka bir deyişle, zenginleştirilmiş öğrenme ortamı, öğrencilerin “Aynı A Aynı B”, “Daha Fazla A Daha Fazla B” ve “Her Şey Sonsuza Kadar Bölünebilir” gibi sezgisel kuralları kullanma eğilimlerini azaltmıştır.

Bağımlı Örneklem t Testi için etki büyüklüğü (Cohen’s d) değeri her bir alt boyut için hesaplanmıştır. Buna göre etki büyüklükleri yaklaşık olarak;

- Aynı A Aynı B alt boyutunda ( $d=1.59$ ),
- Daha Fazla A Daha Fazla B alt boyutunda ( $d=0.96$ ) ve
- Her Şey Bölünebilir alt boyutunda ( $d=0.95$ )

olarak bulunmuştur. Bu değerler Cohen’in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre yüksek düzeyde (büyük) etki anlamına gelmektedir. Bu sonuç, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının sezgisel kural kullanımını azaltmada oldukça büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

## 4.2. Araştırmanın Nitel Boyutuna Dair Bulgular

### 4.2.1. Araştırmanın dokuzuncu alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi “Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön ve son testlerinde kullandıkları ZGA ve alt alışkanlıkları nelerdir?” şeklindedir. Bu alt problem kapsamında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön ve son testlerinde kullandıkları ilişki kurarak muhakeme etme, geometrik fikirleri genelleme, değişmezleri araştırma ve keşfetme ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıklarına dair elde edilen bulgular yorumlanmıştır (ZGAT testinde kullanılan alışkanlıklar EK- 11’ de verilmiştir).

#### 4.2.1.1. İlişki kurarak muhakeme etme alışkanlığına dair bulgular

Driscoll vd. (2007) tarafından belirtilen ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığına dair alt alışkanlıkların araştırmada kullanılan kodları Tablo 4.9’da verilmiştir:

**Tablo 4.9:** İlişki kurarak muhakeme etme alışkanlığının araştırmada kullanılan alt kodları

Alt Boyut	Kullanılan Alt Alışkanlık	ZGA Kodu
Bağımsız şekillere odaklanıldığında	İki ya da daha fazla geometrik şekli bazı ortak özelliklerini sayarak karşılaştırma yoluyla (Probleme ilgili ya da ilgisiz olan),	İ1
	İki ya da daha fazla geometrik şeklin tüm ortak özelliklerini sayarak (probleme ilişkili) karşılaştırma yoluyla,	İ2
	İki ya da daha fazla geometrik şekli, ortak olmayan özelliklerini belirleyerek, karşılaştırma yoluyla,	İ3
	İki ya da daha fazla geometrik şekli kendisine ait tek boyutlu, iki boyutlu ya da üç boyutlu bileşenlerinin ilişkilerini göz önünde bulundurarak karşılaştırma yoluyla yapılır.	İ4
Tek bir şekildeki parçalar arasındaki ilişkilere odaklandıklarında	Geometrik şeklin içinde bulunan alt şekillerin farkına varma ve bunları ilişkilendirme yoluyla,	İ5
	Bir geometrik şeklin içindeki alt şekilleri oluşturma yoluyla,	İ6
	Tek bir geometrik şeklin parçasıymış gibi görünen iki geometrik şekli fark ederek ilişkilendirme yoluyla yapılır.	İ7
İlişkilere odaklanmak için özel muhakeme becerilerini kullandıklarında	İki ya da daha fazla geometrik şekil hakkında orantısal muhakeme yapma yoluyla,	İ8
	Geometrik şekilleri ilişkilendirmek için simetriden yararlanma yoluyla yapılır.	İ9

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin cevaplarında ilişki kurarak muhakeme etme boyutuna dair veriler Tablo 4.10’da kodlanmıştır. Bu tabloda verilen ilişki kurarak muhakeme etme alt boyutu kodları mutlak kullanılması gereken kodları değil, araştırmacının çözümünde kullandığı ve kullanılması muhtemel kodları ifade etmektedir. Bu kodlar dışında öğrencilerin kullandıkları kodlar da veri analizine dahil edilmiştir. İlişki kurarak muhakeme etme alışkanlığının kullanılabileceği sorular ve bu sorulardaki alt kodlar tabloda verilmiştir:



**Tablo 4.10.** ZGAT ön ve son testlerindeki ilişki kurarak muhakeme etme alt alışkanlıkları

Soru Numarası	İlişki Kurarak Muhakeme Etme Alt Boyutu Kodları	Ön Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları	Son Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları
1	İ1, İ2, İ5, İ6	D4, D5	D2, D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D13, D14, D15, D16, K1, K2, K4, K7, K11
3	İ1, İ2, İ5, İ6, İ7, İ8, İ9	-	D3, D4, D5, D7, D8, D11, D12, D13, D14, K1
4	İ5, İ6, İ8	K1, K2, K11	D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D11, D12, D14, D15, D16, K1, K2, K7, K11
5	İ1, İ2, İ3, İ4, İ5, İ8	-	D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K4, K7, K8, K11
6	İ1, İ2, İ6, İ8	-	D1, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D10, D11, D12, D13
7	İ1, İ2, İ5, İ7, İ8, İ9	-	D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D10, D11, D13
8	İ1, İ2, İ5, İ8	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D16, K1, K2, K4, K7, K8
9	İ1, İ2, İ6, İ7	D5	D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D14, D15, D16, K1, K2, K9, K11
10	İ2, İ4, İ5, İ7	-	D1, D2, D3, D5, D6, D7, D9, D11, D12, D14, D15, K1, K2, K4, K7, K11
11	İ1, İ2, İ6, İ7, İ9	-	D1, D2, D5, D10
12	İ1, İ2, İ4, İ5, İ8	D15	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D12, D15, D16, K3
13	İ2, İ4, İ5	-	D6, D7, D8, D9, D10, D12, D15, D16, K10
14	İ1, İ2, İ7	-	D2, D3, D5, D8, D9, D11, D12, D15, D16
15	İ5	-	D8
16	İ6	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16
18	İ1, İ6	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K3, K10
19	İ2, İ5	-	D1, D2, D4, D5, D6, D10, D12, D13, D14, D16, K4, K8, K10, K11
20	İ1, İ5	-	-

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları incelendiğinde;

1. soruda D4 ile D5 kodlu öğrenciler dikdörtgen şeklindeki kumaşa eklenen parçanın paralelkenar olduğunu fark ederek İ5 kodlu alt boyutu kullanmışlardır.

4. soruda K11 kodlu öğrenci altıgen içinde üçgenlerin bir kısmını yerleştirebilse de oluşan alt şekillerin tamamını hesaplayamamıştır. K1 ve K2 kodlu öğrenciler ise düzgün altıgeni 6 eş üçgene ayırarak (İ6) bir üçgen parçanın içindeki tüm alt üçgenlerin sayısını bulmuşlardır. Ancak K1 kodlu öğrenci üçgen sayısının tamamını bulabilirken (İ8), K2 kodlu öğrenci bulunduğu üçgen şekillerin sayısını kullanarak altıgenin tamamındaki üçgen sayısını bulamamıştır.

9. soruda D5 kodlu öğrenci şekle uygulanan işlemler sonucunda oluşan alt şeklin kare olduğunu fark etmiş ve İ5 alt boyutunu kullanmıştır.

12. soruda D15 kodlu öğrenci iki şekil arasındaki bazı ortak özellikleri belirtmiş ve İ1 alt boyutunu kullanmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön testinde birçok soruda ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığını kullanamadığı görülmüştür.

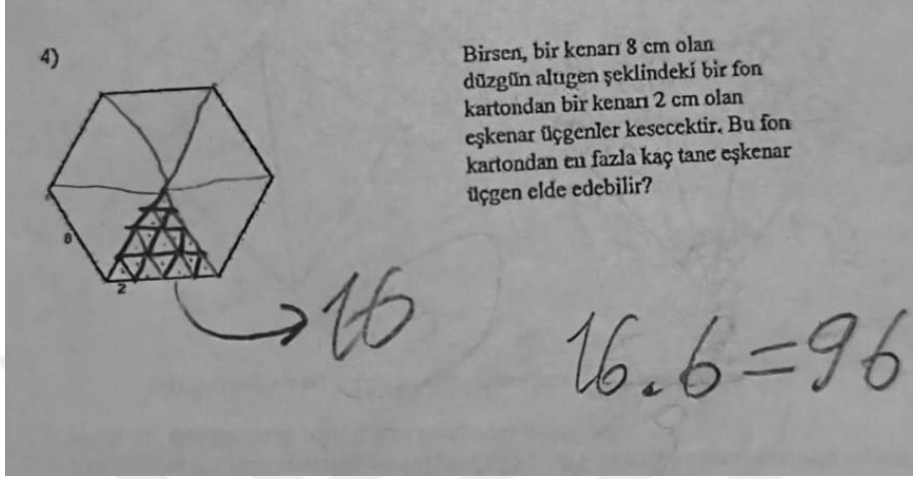
Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları incelendiğinde;

1. soruda D2, D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D13, D14, D15, D16, K1, K2, K4, K7, K11 kodlu öğrencilerin tamamı oluşan parçanın bir özel dörtgen (paralelkenar) olduğunu belirterek şeklin içindeki alt şekli fark etmiş ve İ5 kodlu alt boyutu kullanarak parçanın alanını hesaplamışlardır.

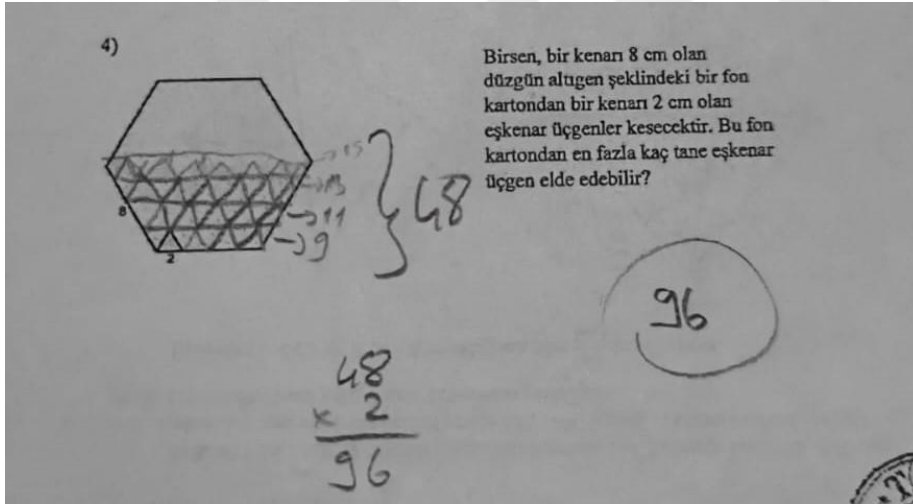
3. soruda D3, D4, D5, D7, D8, D11, D12, D13, D14, K1 kodlu öğrenciler paralelkenar şeklin içinde dik üçgenler oluşturmuş (İ6), bunların simetrisini alarak eş üçgenleri fark etmiş (İ2, İ9) ve oluşan üçgenlerin orantısal muhakemesini yaparak eş olduklarını keşfetmişlerdir (İ8).

4. soruda D4, D5, D7, D14, K1, K2, K7, K11 kodlu öğrenciler düzgün altıgeni 6 eş eşkenar üçgene ayırmış (Şekil 4.1.) ve her birinde bir kenarı 2 cm olan eşkenar üçgenlerden 16 adet olduğunu belirtmişlerdir (İ6). D8 ve D12 kodlu öğrenciler düzgün altıgenin alanını ve bir kenarı 2 cm olan eşkenar üçgenin alanını hesaplayarak iki niceliğin oranını hesaplamış ve orantısal muhakeme yapmışlardır (İ8). D2, D3, D9, D11, D15, D16 kodlu öğrenciler ise düzgün altıgenin 8 cm'lik karşılıklı 4 kenarını 2 cm'lik parçalara ayırmış (İ6) ve bu parçaları birleştiren

birbirine paralel doğru parçaları ile 8 adet ikizkenar yamuk oluşturmuşlardır (Şekil 4.2.). 1. yamukta 9, 2. yamukta 11, 3. yamukta 13, 4. yamukta 15, 5. yamukta 15, 6. yamukta 13, 7. yamukta 11 ve 8. yamukta 9 eşkenar üçgen bulunmaktadır. Öğrenciler tüm bu üçgenlerin toplamını 96 olarak hesaplamışlardır (İ6).



Şekil 4.1. D14 kodlu öğrencinin 4. soruya verdiği cevap.



Şekil 4.2. D11 kodlu öğrencinin 4. soruya verdiği cevap.

5. soruda D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K11 kodlu öğrenciler [AN] doğru parçasının  $\widehat{BAC}$  açısının iç açıortayı olduğunu fark ederek iç açıortay teoremini kullanmış (İ5) ve orantısal muhakeme yoluyla (İ8) [BC] köşegeninin uzunluğunu hesaplamışlardır. K4, K7, K8 kodlu öğrenciler ise bu alt boyutları kullanmalarına rağmen sonuca ulaşamamışlardır.

6. soruda D1, D3, D4, D5, D10, D11, D13 kodlu öğrenciler [BE] ve [AD] doğru parçalarını uzatarak bir ikizkenar üçgen oluşturmuşlardır (İ6). D6, D7, D8, D12 kodlu

öğrenciler ise A ve D noktalarından dikme inerek birbirine eş iki dik üçgen oluşturmuşlardır (İ2, İ6).

7. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D10, D11, D13 kodlu öğrenciler deltoidin özelliklerini kullanarak ABC ve ADC üçgenlerinin eş olduğunu (İ2, İ7) ve  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  üçgeninin özelliklerini kullanarak  $AC_1C_2$  üçgeninin eşkenar üçgen (İ1, İ6) olduğunu fark etmişlerdir. ABD  $120^\circ - 30^\circ - 30^\circ$  ikizkenar üçgenini keşfeden öğrenciler kenarlar arasında orantısal muhakeme yapmışlardır (İ8).

8. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D16, K1, K2, K4, K7, K8 kodlu öğrenciler BEA' ve C'HA' üçgenlerinin açı özelliklerinin karşılaştırarak (İ2) benzer olduklarını keşfetmişlerdir. Bu üçgenleri Pisagor Teoremi ile ilişkilendirmiş (İ1), açı ve kenar özelliklerini belirleyerek (İ2) benzerlik oranını hesaplamışlar ve orantısal muhakeme yoluyla (İ8) istenen uzunluğu bulmuşlardır.

9. soruda K1, K2, K9, K11 kodlu öğrenciler karenin köşelerinden üçgenler boyunca katlanınca üçgenlerin simetrisinin oluştuğunu (İ9) ve ortada bir kare oluştuğunu fark etmişlerdir (İ5); ancak karenin alanını hesaplarken çevresini hesaplamamışlardır. D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D14, D16 kodlu öğrenciler oluşan simetrik üçgenleri (İ9) ve kareyi fark etmiş (İ5) ve karenin çevresini ve alanını hesaplamışlardır. D2, D7, D8, D12, D15 kodlu öğrenciler ise karenin köşelerinden üçgenler boyunca katlanınca üçgenlerin simetrisinin oluştuğunu (İ9) fark etmiş ve tüm alandan bu eş üçgenlerin (İ1, İ2) alanını çıkartarak ortadaki dörtgenin alanını hesaplamışlardır.

10. soruda D1, D2, D3, D5, D6, D7, D9, D11, D12, D14, D15, K1, K2, K4, K7, K11 kodlu öğrenciler verilen 4 eşkenar üçgeni kullanarak bir düzgün dörtgenli oluşturabileceklerini (İ4, İ7) belirtmişlerdir. Ancak D9, D12, D14 ve D15 kodlu öğrenciler doğru sonuca ulaşamamışlardır.

11. soruda D1, D2, D5, D10 kodlu öğrenciler verilen şeklin içinde alt üçgenler oluşturmuşlar (İ6) ve şeklin simetrisini alarak ilişkilendirme yapmışlardır (İ9); ancak doğru sonuca ulaşamamışlardır. Bu soruda öğrencilerin soruyu okumadan sadece şekiller üzerinden çözüm yaptıkları keşfedilmiştir.

12. soruda D6, D15 ve K3 kodlu öğrenciler iki şekil arasında ilişki kurarak (İ1) iki şeklin hacminin eşit olacağını belirtmişlerdir ancak yüzey alanları hakkında doğru bir yanıt

oluşturamamışlardır. D1, D3, D4, D5, D9, D10, D12, D16 kodlu öğrenciler iki şekil arasında ilişki kurmuş (İ2), üç boyutlu bir şeklin parçaları ile ilişki hakkında çıkarımlarda bulunmuşlardır (İ4). D2, D7, D8 kodlu öğrenciler doğru yanıtı vermelerine rağmen detaylı bir açıklama sunmamışlardır.

13. soruda K10 kodlu öğrenci oluşan yeni şeklin bir üçgen prizma olduğunu belirtmiştir (İ1, İ5). D9, D12, D15, D16 kodlu öğrenciler iki bağımsız şekli ilişkilendirerek hacimlerinin aynı kaldığını belirtmişlerdir (İ2, İ4) ancak yüzey alanları hakkında bir çıkarımda bulunmamışlardır. D6, D7, D8, D10 kodlu öğrenciler ise iki bağımsız şekli ilişkilendirerek hacimlerinin aynı kaldığını ancak yüzey alanların azaldığını (İ2, İ4) belirtmişlerdir.

14. soruda D2, D3, D5, D9, D11, D12, D15, D16 kodlu öğrenciler küp şeklindeki depodaki suyun yüksekliğini  $x$  bilinmeyen olarak adlandırarak iki farklı şekildeki depodaki suyun hacimlerini (İ7) veren denklem kurarak soruyu çözmüşlerdir. D8 kodlu öğrenci de benzer bir çözüm yapmasına rağmen bir bilinmeyenli değil iki bilinmeyenli denklem üzerinden sonuca ulaşmıştır.

15. soruda yalnızca D8 kodlu öğrenci şekle ait alt eşkenar dörtgenlerin iç açılarını doğru ilişkilendirerek (İ5) sonuca ulaşmıştır.

16. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler verilen şekli bir dik yamuk ile ilişkilendirerek (İ6) sorunun doğru cevabına ulaşmışlardır.

18. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K3, K10 kodlu öğrenciler verilen dörtgeni dik üçgene tamamlayarak (İ6) doğru cevaba ulaşmışlardır. D8 kodlu öğrenci ise verilen dörtgenin içinde bir dik yamuk oluşturarak (İ6) doğru cevaba ulaşmıştır.

19. soruda D6, D10, D12, D14, D16 kodlu öğrenciler beşgenlerin birleştirilmesiyle oluşan şeklin ortasında bir ongen oluştuğunu keşfetmişlerdir (İ1, İ5) ancak ongenin çevresini hesaplayamamışlardır. D1, D2, D4, D5, D13, K4, K8, K10, K11 kodlu öğrenciler beşgenlerin birleştirilmesiyle oluşan şeklin ortasında bir ongen oluştuğunu (İ1, İ5) keşfetmişlerdir ve ongenin çevresini hesaplamışlardır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT son testinde nerdeyse her soruda ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığına dair alt alışkanlıkları kullandıkları görülmüştür.

**Tablo 4.11:** Ön ve son testte deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kullandıkları ilişki kurarak muhakeme etme boyutuna dair frekans tablosu.

İlişki Kurarak Muhakeme Etme Alt Boyutu	Ön Test		Son Test	
	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol
İ1	1	0	40	11
İ2	0	0	59	6
İ3	0	0	0	0
İ4	0	0	27	5
İ5	2	0	46	19
İ6	1	2	69	8
İ7	0	0	29	5
İ8	0	1	49	14
İ9	0	0	27	5

Tablo 4.11 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlıklarının net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları alışkanlıklar son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı geometrik alışkanlıklar kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Ön testte deney grubu öğrencileri yalnızca İ1, İ5, İ6 alt boyutlarını kullanırken, kontrol grubu öğrencileri yalnızca İ6 ve İ8 alt boyutlarını kullanmışlardır. Deney grubu öğrencilerinin son testte en fazla kullandığı alt boyut İ6 alt boyutu olmak üzere İ1, İ2, İ5, İ8 alt boyutlarını da oldukça fazla kullanmışlardır. Kontrol grubu öğrencileri ise son testte en fazla İ5, İ8 ve İ1 alt boyutlarını kullanmışlardır.

#### **4.2.1.2. Geometrik fikirleri genelleme alışkanlığına dair bulgular**

Driscoll vd. (2007) tarafından belirtilen geometrik fikirleri genelleme alışkanlığına dair alt alışkanlıklara ait kodlar Tablo 4.12’de verilmiştir:

**Tablo 4.12.** Geometrik fikirleri genelleme alışkanlığına dair alt alışkanlıkların kodları.

	<b>Alt Alışkanlık</b>	<b>Kod</b>
<i>Tanıdık durumlar ya da bilinen sonuçlardan çözümler aradıklarında</i>	<i>Konuyla ilişkili özel durumları göz önünde bulundurma yoluyla,</i>	<b>G1</b>
	<i>Uygun diğer bazı örnekler için özel durumların ilerisini görmeye çalışmak yoluyla,</i>	<b>G2</b>
	<i>Henüz tanımlanmış bir durumdaki değişen özelliklerle yeni durumlar üretmek yoluyla,</i>	<b>G3</b>
	<i>Nasıl oluşturacağını bilmediği halde başka çözümler de olabileceğini sezme yoluyla yapılır.</i>	<b>G4</b>
<i>Varsayılan sadeleştirme durumlarını kullanarak çeşitli çözümler aradıklarında</i>	<i>Sınırlandırılmış bir küme göz önünde bulundurulduğunda verilen koşulların sonsuz bir kümede geçerli olduğunu fark etme yoluyla,</i>	<b>G5</b>
	<i>Sonsuz ve sürekli olarak çeşitlenen ancak kümeyi sınırlandıran durum kümelerini görme yoluyla,</i>	<b>G6</b>
	<i>Küme hakkında yanlış bir sonuca varma yoluyla,</i>	<b>G7</b>
<i>Tam bir çözüm kümesi ya da genel kural aradıklarında</i>	<i>Çözüm kümesinin tamamını görme ve neden daha başka çözüm olmayacağını açıklama yoluyla,</i>	<b>G8</b>
	<i>Bir geometrik şekil sınıfı için evrensel bir kural belirleme yoluyla,</i>	<b>G9</b>
	<i>Geniş bağlamda problemleri ya da kuralları belirleme yoluyla yapılır.</i>	<b>G10</b>

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin cevaplarında geometrik fikirleri genelleme boyutuna dair veriler Tablo 4.13'te kodlanmıştır. Bu tabloda verilen geometrik fikirleri genelleme alt boyutu kodları mutlak kullanılması gereken kodları değil, araştırmacının çözümünde kullandığı ve kullanılması muhtemel kodları ifade etmektedir. Bu kodlar dışında öğrencilerin kullandıkları kodlar da veri analizine dahil edilmiştir:

**Tablo 4.13.** ZGAT ön ve son testlerindeki geometrik fikirleri genelleme alt alışkanlıkları.

Soru Numarası	Geometrik Fikirleri Genelleme Alt Boyutu Kodları	Ön Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları	Son Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları
3	G1, G3, G9	D14	K1, D4, D5, D7, D8, D12, D13
4	G1, G4, G8, G9, G10	K1, K2, D14	K1, K2, K7, K11, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D11, D12, D13, D14, D15, D16
5	G1, G2, G9	-	K4,K7,K11,D15
6	G1, G9	-	D1,D4,D5,D6,D7,D8,D11,D12, D13
7	G1, G3, G9	D5	D1,D2,D4,D5,D7,D8,D10,D11,D14
8	G1, G9	D5	K1,K2,K4,K7,K8,K11,D1,D2,D3,D4, D5,D6,D7,D8,D9,10,D11,D12,D13, D14,D16
9	G1, G3, G9	D5	K1,K2,K9,D1,D3,D4,D5,D6,D7,D8, D9,D10,D11,D12,D14,D15,D16
10	G3, G9	-	K1,K2,K4,K7,K11, D1,D2,D3,D5,D6,D7,D9,D11,D12,D16
11	G1, G3	-	D2,D7,D8,D9,D14
12	G1, G9, G10	-	-
13	G1, G9, G10	-	-
14	G9	-	-
15	G1	-	D4,D8
16	G1	-	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D8,D9,D10,D12,D13,D14,D15,D16
17	G3, G4, G5, G9, G10	-	-
18	G1	-	K1,K2,K3,K7,K10,D1,D2,D3,D4,D5, D6,D8,D9,D10,D11,D12,D13,D14, D16
20	G1, G3, G9	-	-

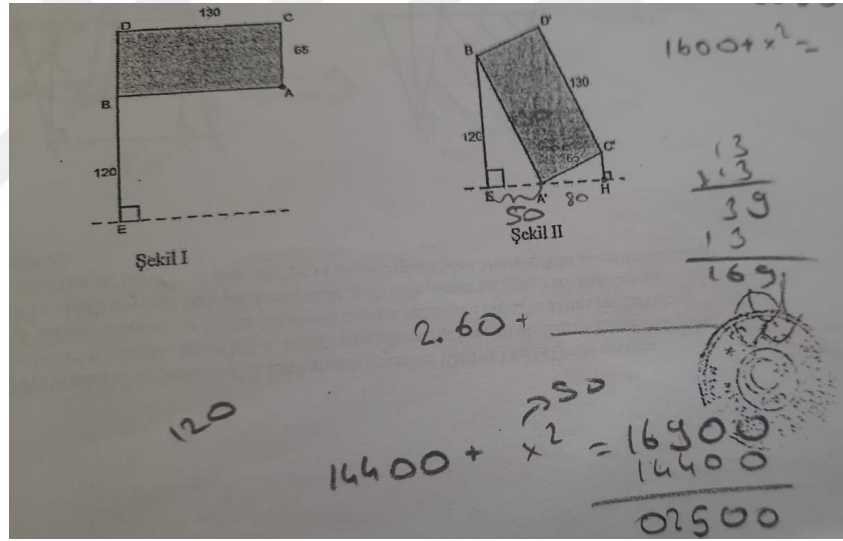
Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları incelendiğinde;

3. soruda yalnızca D14 kodlu öğrencinin 5-12-13 özel üçgenini fark ederek özel durumları göz önünde bulundurduğu (G1) görülmüştür.

4. soruda K1 ve K2 kodlu öğrenciler altıgeni 6 adet eşkenar üçgene ayırarak özel durumları göz önünde bulundurmışlardır (G1). Daha sonra bir üçgende bulunan 2 cm'lik eşkenar üçgenlerin sayısını hesaplayarak altıgene genelleştirmişlerdir (G9). D14 kodlu öğrenci ise bir eşkenar üçgenin ve verilen altıgenin alanını hesaplamış, altıgenin alanını eşkenar üçgenin alanına bölerek gerekli eşkenar üçgen sayısını hesaplamıştır (G1, G9).

7. soruda D5 kodlu öğrenci  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  özel üçgenini göz önünde bulundurarak (G1) üçgenlerin kenar uzunluklarını hesaplamıştır. Öteleme sonucu oluşan eşkenar üçgeni fark etmiş (G3), ancak doğru çözüme ulaşamamıştır.

8. soruda D5 kodlu öğrenci 50 -120 -130 özel üçgeninin farkına varmış (G1) ancak doğru çözüme ulaşamamıştır (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. D5 kodlu öğrencinin 8. soruya verdiği cevap.

9. soruda D5 kodlu öğrenci 6-8-10 özel üçgenini keşfetmiş (G1) ve oluşan karenin alanını hesaplamıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön testinde birçok soruda geometrik fikirleri genelleme alışkanlığını kullanamadıkları görülmüştür.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları incelendiğinde;

3. soruda K1, D4, D5, D7, D8, D12, D13 kodlu öğrenciler 5-12-13 özel üçgenini fark etmişler ve tanıdık durumlardan özel üçgenlere ulaşmışlardır (G1).

4. soruda K1, K2, K7, K11, D4, D5, D7, D14 kodlu öğrenciler altıgeni 6 adet eşkenar üçgene ayırarak özel durumları göz önünde bulundurmuşlardır (G1). Daha sonra 1 üçgende bulunan 2 cm'lik eşkenar üçgenlerin sayısını hesaplayarak altıgene genelleştirmişlerdir (G9). D8 ve D12 kodlu öğrenciler ise bir eşkenar üçgenin ve verilen altıgenin alanını hesaplamış, altıgenin alanını eşkenar üçgenin alanına bölerek gerekli eşkenar üçgen sayısını hesaplamıştır (G1, G9). D9, D11, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler ise altıgenin simetri ekseninden aşağısındaki yarısında bulunan üçgen sayılarının aritmetik bir dizi oluşturduğunu keşfetmişler (G1) ve bu durumu tüm altıgene genellemişlerdir (G9).

5. soruda K4, K7, K11, D15 kodlu öğrenciler iç açıortay teoremini kullanarak özel durumları göz önünde bulundurmuşlardır (G1, G9). İç açıortay teoremini kullanan birçok öğrenci olmasına rağmen çözümlerini detaylandırmadıkları için, çözümleri genelleme alışkanlığına dahil edilmemiştir.

6. soruda D6, D7, D8, D12 kodlu öğrenciler ikizkenar yamukta tabana dikme indirerek  $30^\circ$  - $60^\circ$  - $90^\circ$  özel üçgeni oluşturmuşlar ve bu özel durumu kullanarak çözüme ulaşmışlardır (G1). D1, D4, D5, D11, D13 kodlu öğrenciler ise BADE dörtgenini D ve E noktalarından uzatarak ikizkenar üçgene tamamlamışlar ve  $120^\circ$  - $30^\circ$  - $30^\circ$  özel üçgenini kullanarak çözüme ulaşmışlardır (G1).

7. soruda D1, D2, D4, D5, D7, D8, D10, D11, D14 kodlu öğrenciler  $30^\circ$  - $60^\circ$  - $90^\circ$  özel üçgenini,  $120^\circ$  - $30^\circ$  - $30^\circ$  özel üçgenini ve eşkenar üçgeni kullanarak çözüme ulaşmışlardır (G1).

8. soruda K1, K2, K4, K7, K8, K11, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D16 kodlu öğrenciler 5 -12 -13 özel üçgenini kullanarak çözüme ulaşmışlardır (G1).

9. soruda K1, K2, K9, D1, D3, D4, D5, D9, D10, D11, D14, D16 kodlu öğrenciler 6-8-10 özel üçgenini (G1) kullanmışlar ve yansıma sonucunda oluşan dörtgenin bir kare olduğunu keşfederek (G3) çözüme ulaşmışlardır. D6, D7, D8, D12, D15, D16 kodlu öğrenciler ise karenin alanından katlanan üçgenlerin alanlarını çıkartarak çözüme ulaşmışlardır. Bu öğrenciler dik üçgenin alanı formülünü kullanmışlardır (G9).

10. soruda K1, K2, K4, K7, K11, D1, D2, D3, D5, D6, D7, D9, D11, D12, D16 kodlu öğrenciler bir düzgün altıgenin 6 eş parçasından ikisi çıkarıldığında kalan 4 adet eş eşkenar üçgenden bir düzgün dörtyüzlü oluştuğunu (G3, G9) belirtmişlerdir ve düzgün dörtyüzlünün hacmini hesaplamışlardır.

11. soruda D2, D7, D8, D9, D14 kodlu öğrenciler Pisagor teoremini kullanmışlardır (G1) ancak hiçbir öğrenci doğru sonuca ulaşamamıştır.

15. soruda D4 ve D8 kodlu öğrenciler  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  özel üçgenini kullanarak (G1) sonuca ulaşmışlardır.

16. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D12, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  özel üçgenini kullanarak (G1) doğru sonuca ulaşmışlardır.

18. soruda K1, K2, K3, K7, K10, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D16 kodlu öğrenciler dörtgeni C ve D noktalarından uzatarak bir dik üçgen oluşturmuşlardır (G3). Eşkenar üçgeni kullanarak (G1) doğru cevaba ulaşmışlardır. D8 kodlu öğrenci ise  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  özel üçgenini ve Pisagor teoremini kullanarak (G1) doğru sonuca ulaşmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT son testinde birçok soruda geometrik fikirleri genelleme alışkanlığını kullandıkları görülmüştür. Ancak bu alışkanlığı hiç kullanamadıkları sorular da bulunmaktadır.

**Tablo 4.14.** Ön ve son testte deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometrik fikirleri genelleme boyutuna dair frekans tablosu.

Geometrik Fikirleri Genelleme Alt Boyutu	Ön Test		Son Test	
	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol
G1	5	2	98	22
G2	-	-	-	-
G3	1	-	32	13
G4	-	-	-	-
G5	-	-	-	-
G6	-	-	-	-
G7	-	-	-	-
G8	-	-	-	-
G9	-	-	29	12
G10	1	-	-	-

Tablo 4.14 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları geometrik fikirleri genelleme alışkanlıklarının net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları alışkanlıklar son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı geometrik alışkanlıklar kontrol grubuna göre daha fazladır. Her iki testte de deney ve kontrol gruplarının en çok kullandığı geometrik fikirleri genelleme alt boyutunun G1- *özel durumları dikkate alarak tanıdık durumlardan yararlanma* alışkanlığı olduğu görülmektedir.

#### **4.2.1.3. Değişmezleri araştırma alışkanlığına dair bulgular**

Driscoll vd. (2007) tarafından belirtilen değişmezleri araştırma alışkanlığına dair alt alışkanlıklar Tablo 4.15'te verilen kodlarla ifade edilmiştir:

**Tablo 4.15.** Değişmezleri araştırma alışkanlığına dair alt alışkanlıkların kodları.

	<b>Alt Boyut</b>	<b>Kod</b>
<i>Dinamik düşünmeyi kullandıklarında</i>	<i>Statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla,</i>	<b>DA1</b>
	<i>Bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla,</i>	<b>DA2</b>
	<i>Dönüşümün etkilendiği birçok durum oluşturma ve ortak özellikleri arama yoluyla,</i>	<b>DA3</b>
	<i>Bir noktayı ya da şekli sürekli olarak hareket ettirmenin yapacağı etkiyi düşünme ve bir noktadan diğerine gerçekleşen değişiklikleri tahmin etme yoluyla,</i>	<b>DA4</b>
	<i>Dönüşüm altındaki sınırlı durumları ve uç durumları göz önünde bulundurma yoluyla yapılır.</i>	<b>DA5</b>
<i>Etkilerin kanıtlarını kontrol etmede</i>	<i>Dönüşüm uygulanan her şeyin değişmeyeceğini sezme yoluyla,</i>	<b>DA6</b>
	<i>Belirli bir dönüşüm her uygulandığında aynı etkiyi gerçekleştireceğinin farkına varma yoluyla,</i>	<b>DA7</b>
	<i>Bir dönüşüm uygulandığında değişmezleri fark etme ve bunların neden değişmez olduğunu açıklama yoluyla yapılır.</i>	<b>DA8</b>

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGA ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin cevaplarında değişmezleri araştırma boyutuna dair veriler Tablo 4.16'da kodlanmıştır. Bu tabloda verilen değişmezleri araştırma alt boyutu kodları mutlak kullanılması gereken kodları değil, araştırmacının çözümünde kullandığı ve kullanılması muhtemel kodları ifade etmektedir. Bu kodlar dışında öğrencilerin kullandıkları kodlar da veri analizine dahil edilmiştir:

**Tablo 4.16.** ZGAT ön ve son testlerindeki değişmezleri araştırma alt alışkanlıkları.

Soru Numarası	Değişmezleri Araştırma Alt Boyutu Kodları	Ön Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları	Son Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları
1	DA1, DA2, DA6, DA8	-	K2, D2, D3, D5, D6, D10, D11, D13, D14, D15, D16
2	DA1, DA2, DA4, DA6, DA7, DA8	-	-
3	DA1, DA2, DA6, DA7, DA8	-	K1, D3, D4, D5, D7, D8, D11, D12, D13, D14
7	DA1, DA2, DA3, DA6, DA7, DA8	D5	D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D10, D11, D13, D14
9	DA1, DA2, DA3, DA6, DA7, DA8	D5	K1, K2, K9, D1, D3, D5, D6, D7, D9, D10, D11, D14, D15
12	DA1, DA2, DA3, DA6, DA7, DA8	D5, D15	K11, D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D15, D16
13	DA1, DA2, DA3, DA6, DA7, DA8	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16
14	DA1, DA2, DA3, DA6, DA7, DA8	-	D2, D12, D15
17	DA2, DA3, DA4, DA5, DA6, DA7, DA8	-	K3, K11, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları incelendiğinde;

7. soruda D5 kodlu öğrenci bir nokta etrafında döndürülen bir üçgende kenar uzunluklarının değişmediğini belirtmiş (DA1, DA2, DA6, DA8) ancak sorunun çözümünü tamamlayamamıştır.

9. soruda D5 kodlu öğrenci katlama işlemi ile yapılan öteleme sonucunda kenar uzunluklarının değişmeyeceğini (DA2, DA6, DA8) ve bu durumun tüm köşelerdeki üçgenler için geçerli olduğunu (DA7) belirtmiştir.

12. soruda D5 kodlu öğrenci parçalara ayrılan dikdörtgenler prizmasının hacminin aynı kalacağını, ancak yüzey alanının artacağını belirtmiştir (DA1, DA2, DA6 ve DA8). D15 kodlu öğrenci ise her bir parçanın ayrıtlarını belirtmiş ancak doğru çözüme ulaşamamıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön testinde birçok soruda değişmezleri araştırma alışkanlığını kullanamadıkları görülmüştür.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları incelendiğinde;

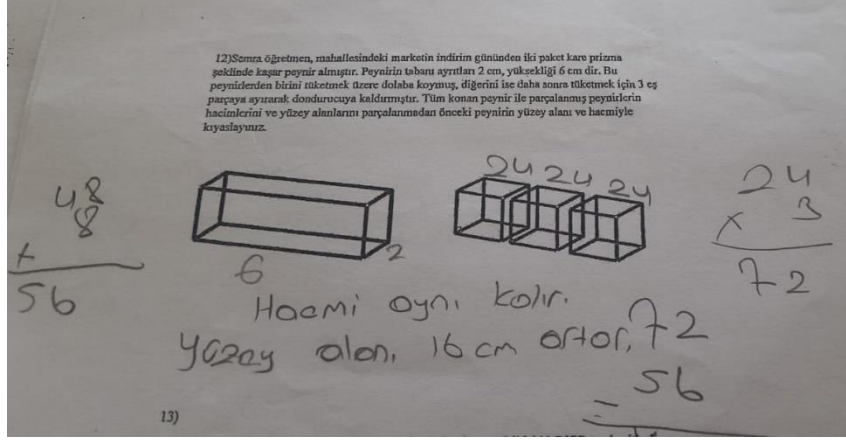
1. soruda K2, D2, D3, D5, D6, D10, D11, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler dikdörtgenin köşegeninden kesilerek ötelenmesi sonucunda iki eş üçgenin elde edildiğini (DA1, DA2, DA6, DA8) belirtmişlerdir.

3. soruda K1, D3, D4, D5, D7, D8, D11, D12, D13, D14 kodlu öğrenciler bir paralelkenarın karşılıklı köşelerinden katlanmaları sonucunda köşelerde birbirine eş üçgenler oluşacağını (DA1, DA2, DA6, DA8) göstermişlerdir.

7. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D10, D11, D13, D14 kodlu öğrenciler simetri eksenini olan köşegen boyunca kesilerek dönme dönüşümü uygulanan bir deltoidin iki eş parçaya ayrılacağını (DA1, DA2, DA6, DA8) ve arada oluşan üçgenin bir eşkenar üçgen olduğunu (DA3) belirtmişlerdir.

9. soruda K1, K2, K9, D1, D3, D5, D6, D7, D9, D10, D11, D14, D15 kodlu öğrenciler katlama işlemi ile yapılan öteleme sonucunda kenar uzunluklarının değişmeyeceğini (DA1, DA2, DA6, DA8) ve bu durumun tüm köşelerdeki üçgenler için geçerli olduğunu (DA7) belirtmişlerdir.

12. soruda K11, D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D16 kodlu öğrenciler 3 eş parçaya ayrılan dikdörtgenler prizmasının hacminin aynı kalacağını ve yüzey alanının kesildikten sonra ortaya çıkan yüzlerin alanı miktarınca artacağını (DA1, DA2, DA6, DA8) belirtmişlerdir (Şekil 4.4.). D15 kodlu öğrenci ise yalnızca hacmin aynı kalacağını belirtmiş (DA1, DA2, DA6, DA8) ve yüzey alanı hakkında fikir belirtmemiştir.



Şekil 4.4. D3 kodlu öğrencinin 12. soruya verdiği cevap.

13. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler bir dikdörtgenler prizmasının iki eş parçaya ayrılıp birleştirilmesiyle oluşan üçgen prizmanın hacminin aynı kaldığını (DA1, DA2, DA6, DA8) belirtmişlerdir. D1, D12, D14, D15 kodlu öğrenciler yüzey alanının arttığını belirtmişlerdir, ancak artış miktarı hakkında doğru bir çıkarım yapamamışlardır. D3, D4, D5, D9, D10, D11, D13, D16 kodlu öğrenciler ara kesit kadar alanın artacağını belirterek doğru bir yol izlemelerine rağmen yanlış sonuçlara ulaşmışlardır. D2, D6, D8 kodlu öğrenciler ise artış miktarını doğru bir şekilde hesaplayabilmiştir.

14. soruda D2, D12, D15 kodlu öğrenciler 180° döndürülen bir şeklin içinde bulunan sıvının hacminin değişmeyeceğini belirtmişlerdir (DA1, DA2, DA6, DA8).

17. soruda K3, K11, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler bir dörtgenin simetri, dönme ve öteleme dönüşümleri sonucunda özelliklerinin değişmeyeceğini yalnızca konumlarının değişebileceğini belirtmişlerdir (DA1, DA2, DA6) ancak bu duruma detaylı bir açıklama sunmamış ve genelleme yapmamışlardır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT son testinde değişmezleri araştırma alışkanlığını içeren nerdeyse her soruda bu alışkanlığı kullanabildikleri görülmüştür.

**Tablo 4.17.** Ön ve son testte deney ve kontrol grubu öğrencilerin değişmezleri araştırma alışkanlığı alt boyutlarına dair frekans tablosu.

Değişmezleri Araştırma Alt Boyutu	Ön Test		Son Test	
	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol
DA1	1	-	87	8
DA2	4	-	87	8
DA3	-	-	11	-
DA4	-	-	-	-
DA5	-	-	-	-
DA6	3	-	87	8
DA7	1	-	10	3
DA8	3	-	71	6

Tablo 4.17 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları değişmezleri araştırma alışkanlıklarının net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları alışkanlıklar son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı geometrik alışkanlıklar kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Her iki grup da en fazla DA1- *Statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla*, DA2- *Bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla* ve DA6- *Dönüşüm uygulanan her şeyin değişmeyeceğini sezme yoluyla dinamik düşünme alışkanlıklarını kullanmışlardır. Öğrenciler DA4- Bir noktayı ya da şekli sürekli olarak hareket ettirmenin yapacağı etkiyi düşünme ve bir noktadan diğerine gerçekleşen değişiklikleri tahmin etme yoluyla* ve DA5- *Dönüşüm altındaki sınırlı durumları ve uç durumları göz önünde bulundurma yoluyla* alt boyutlarını ise hiç kullanmamışlardır.

#### **4.2.1.4. Keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığına dair bulgular**

Driscoll vd. (2007) tarafından belirtilen keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığına dair alt alışkanlıklar Tablo 4.18’te verilen kodlarla ifade edilmiştir:

**Tablo 4.18:** Keşif ve yansıtma dengesi kurma alt boyutu kodları.

	<b>Alt Boyut</b>	<b>Kod</b>
<i>Keşfi ön plana aldıklarında</i>	<i>Sezgileri ya da tahmin etme sayesinde çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla,</i>	<b>KY1</b>
	<i>Düzenli durum değerlendirmeleri yaparak çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla,</i>	<b>KY2</b>
	<i>Önceki benzer durumları göz önünde bulundurma yoluyla,</i>	<b>KY3</b>
	<i>Bir durum, bir koşul ya da bir geometrik şeklin bazı özelliklerini değiştirme veya değişiklikleri göz önünde bulundurma yoluyla yapılır.</i>	<b>KY4</b>
<i>Amaçları ön plana aldıklarında</i>	<i>İlerlemenin bir kaldırım taşı olarak periyodik olarak büyük resme dönme yoluyla,</i>	<b>KY5</b>
	<i>Hedefe ulaşmayı sağlayacak ara adımları belirleme yoluyla,</i>	<b>KY6</b>
	<i>Final durumunun neye benzediğini açıklayabilme yoluyla,</i>	<b>KY7</b>
	<i>Çözüm hakkında nedenleri bilinen varsayımlar yapma, varsayımları test edecek yollar yaratma yoluyla yapılır.</i>	<b>KY8</b>

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGA ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin cevaplarında keşif ve yansıtma dengesi kurma boyutuna dair veriler Tablo 4.19’da kodlanmıştır. Bu tabloda verilen keşif ve yansıtma dengesi kurma alt boyutu kodları mutlak kullanılması gereken kodları değil, araştırmacının çözümünde kullandığı ve kullanılması muhtemel kodları ifade etmektedir. Bu kodlar dışında öğrencilerin kullandıkları kodlar da veri analizine dahil edilmiştir:

**Tablo 4.19.** ZGAT ön ve son testlerindeki keşif ve yansıtma dengesi kurma alt alışkanlıkları.

Soru Numarası	Keşif ve Yansıtma Dengesi Kurma Alt Boyutu Kodları	Ön Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları	Son Testte Kullanan Öğrencilerin Kodları
1	KY1, KY2, KY4, KY5, KY6	D5, D11, D15	-
2	KY1, KY5	D5	D14
3	KY1, KY2, KY4, KY5, KY6, KY8	-	-
4	KY1, KY2, KY3, KY5, KY8	K1, K2, D2, D5, D15	D1, D2, D3, D4, D5, D7, D9, D11, D13, D14, D15, D16, K1, K2, K7, K11
5	KY5	-	-
6	KY1, KY2, KY3, KY4, KY5, KY6, KY7, KY8	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D10, D11, D12, D13, D16
7	KY1, KY2, KY3, KY4, KY5, KY6, KY7, KY8	-	-
8	KY1, KY2	-	-
9	KY1, KY2, KY6, KY7, KY8	D5	D1, D3, D4, D5, D9, D10, D11, D14, D15, K1, K2, K9, K11
10	KY1, KY2, KY5, KY7	-	D1, D2, D5, D6, D7, D9, D11, D12, D14, D15, K1, K2, K4, K7, K11
11	KY1, KY2, KY3, KY4, KY5, KY6, KY7	D5	D1, D2, D10, D11, D14
12	KY1, KY2, KY3, KY4, KY5, KY6, KY7, KY8	D5	D1, D2, D4, D5, D7, D8, D9, D10, D12, D16, K8, K10, K11
13	KY1, KY2, KY3, KY4, KY5, KY6, KY7, KY8	D5	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K1, K11
14	KY1, KY2, KY4	-	D2, D12
16	KY1, KY2, KY5, KY6, KY7	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D14, D15, D16
17	KY1, KY2, KY3, KY4, KY7, KY8	-	-
18	KY1, KY2, KY5, KY6, KY7	-	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K1, K3, K2, K4, K7, K8, K10
19	KY1, KY2, KY5, KY7	-	-
20	KY1, KY2, KY5, KY6, KY7	-	-

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları incelendiğinde;

D5 ve D15 kodlu öğrenciler 1. soruda taranan bölgeyi diğer dikdörtgene de uygulayarak durumun ne ifade ettiğini anlamaya çalışmıştır (KY2). D11 kodlu öğrenci dikdörtgenin iki eş ikizkenar dik üçgene ayırarak çözüme ulaşmaya çalışmıştır (KY1).

2. soruda D5 kodlu öğrenci periyodik durumu fark etmiş (KY5) ve soruyu bu periyodik durumu kullanarak çözmüştür.

4. soruda K1 ve K2 kodlu öğrenciler altıgeni altı eş üçgene bölmüş ve bir üçgende istenen ölçüdeki üçgen sayısını (KY1) bulmuşlardır. Öğrenciler durum değerlendirmeleri yaparak (KY2) ve üçgenleri altıgenle ilişkilendirip büyük resme odaklanarak (KY5) sonuca ulaşmışlardır. D2, D5, D15 kodlu öğrenciler tabanları kenar üzerinde olmak üzere bir kenara çizilebilecek üçgen sayısını hesaplamış ve sezgisel olarak her kenarda eşit olacağını düşünerek (KY1) eksik veya yanlış hesaplamalar yapmışlardır.

9. soruda D5 kodlu öğrenci bir karenin köşelerinden düzenli katlamanın sonucunu keşfetmiş (KY2) ve ortada bir kare oluştuğunu fark etmiştir (KY7).

11. soruda D5 kodlu öğrenci eşkenar dörtgen üzerinde istenen değişiklikleri oluşturmuş (KY4) ancak doğru sonuca ulaşamamıştır.

12. soruda D5 kodlu öğrenci sezgisel olarak hacminin aynı olduğunu belirtmiştir (KY1).

13. soruda D5 kodlu öğrenci sezgisel olarak hacminin aynı olduğunu belirtmiştir (KY1).

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT ön testinde keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığını kullandıkları soruların olduğu görülmüştür.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları incelendiğinde;

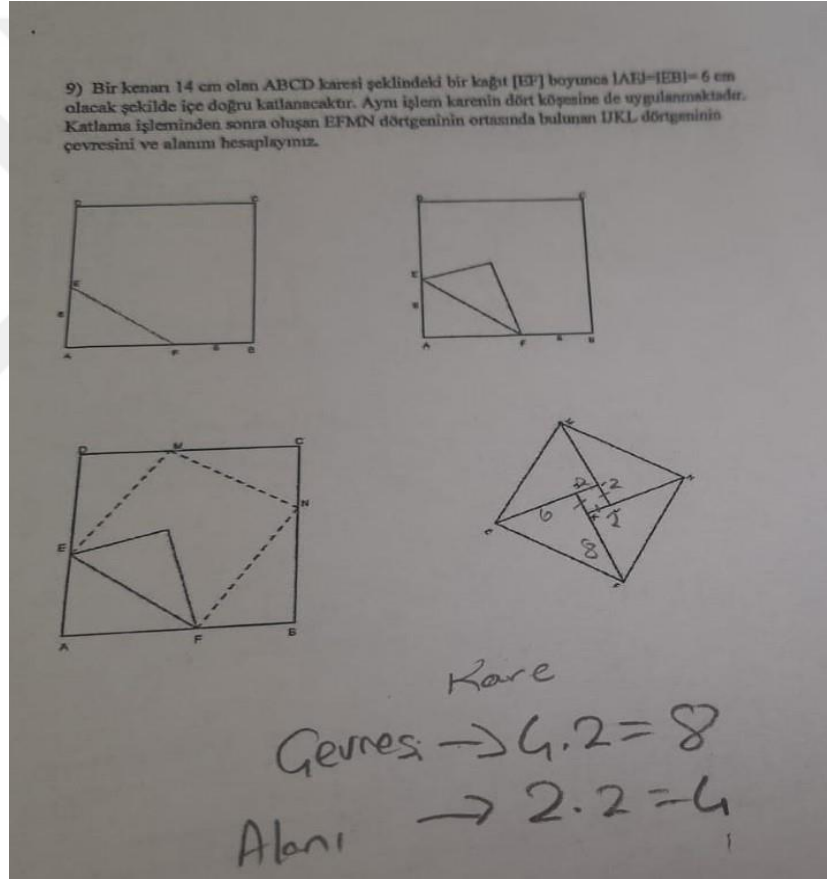
2. soruda D14 kodlu öğrenci periyodik durumu fark etmiş (KY5) ve soruyu bu periyodik durumu kullanarak çözmüştür.

4. soruda D2, D3, D9, D11, D13, D15, D16 kodlu öğrenciler altıgenin içine üçgenleri çizerek (KY1) ve altıgenin diğer yarısında üçgenlerin aynı simetrik dizilime sahip olduğunu (KY2) belirterek doğru çözüme ulaşmışlardır. D1 kodlu öğrenci üçgenlerin tamamını çizemediğinden doğru sonuca ulaşamamıştır. D4, D5, D7, D14, K1, K2, K7, K11 kodlu öğrenciler altıgeni altı eş üçgene bölmüş ve bir üçgende istenen ölçüdeki üçgen sayısını

bulmuşlardır. Öğrenciler durum değerlendirmeleri yaparak (KY2) ve üçgenleri altıgenle ilişkilendirip büyük resme odaklanarak (KY5) sonuca ulaşmışlardır.

6. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D10, D11, D12, D13, D16 kodlu öğrenciler şeklin üçgene tamamlanabileceğini keşfetmiş (KY7) ve şeklin tamamına odaklanarak soruyu çözmüştür (KY5). D6, D7 ve D8 kodlu öğrenciler yamuğa ait yükseklikler çizerek (KY1) çözüme ulaşmışlardır.

9. soruda D1, D3, D4, D5, D9, D10, D11, D14, D15, K1, K2, K9, K11 kodlu öğrenciler bir karenin köşelerinden düzenli katlamanın sonucunu keşfetmiş (KY2) ve ortada bir kare oluştuğunu fark etmişlerdir (KY7) (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. D11 kodlu öğrencinin 9. Soruya verdiği cevap.

10. soruda D1, D2, D5, D6, D7, D9, D11, D12, D14, D15, K1, K2, K4, K7, K11 kodlu öğrenciler bir düzgün dörtyüzlü oluşacağını belirtmişlerdir (KY7).

11. soruda D1, D2, D10, D11, D14 kodlu öğrenciler eşkenar dörtgen üzerinde istenen değişiklikleri oluşturmuş (KY4) ancak doğru sonuca ulaşamamışlardır.

12. soruda D1, D2, D4, D5, D7, D8, D9, D10, D12, D16, K8, K10, K11 kodlu öğrenciler sezgisel olarak hacminin aynı olduğunu belirtmişlerdir (KY1).

13. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K1, K11 kodlu öğrenciler sezgisel olarak hacminin aynı olduğunu belirtmişlerdir (KY1).

14. soruda D2, D12 kodlu öğrenciler şeklin döndürülmesiyle hacminin değişmeyeceğini sezgisel olarak keşfetmişlerdir (KY1).

16. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 kodlu öğrenciler dik yamuk oluştuğunu fark etmiş (KY7) ve doğru çözümü sunmuşlardır.

18. soruda D1, D2, D3, D4, D5, D6, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, K1, K2, K3, K4, K7, K8, K10 kodlu öğrenciler şeklin üçgene tamamlanabileceğini keşfetmiş (KY7) ve şeklin tamamına odaklanarak soruyu çözmüşlerdir (KY5). D8 kodlu öğrenci ise şeklin kenarına dikme inerek sezgisel olarak sonuca ulaşmıştır (KY1).

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZGAT son testinde birçok soruda keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığını kullandıkları görülmüştür; ancak bu alışkanlığı hiç kullanmadıkları sorular da bulunmaktadır.

**Tablo 4.20.** Ön ve son testte deney ve kontrol grubu öğrencilerin keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığı alt boyutlarına dair frekans tablosu.

Keşif ve Yansıtma Dengesi Kurma Alt Boyutu	Ön Test		Son Test	
	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol
KY1	6	2	38	5
KY2	3	2	20	8
KY3	-	-	-	-
KY4	1	-	5	-
KY5	1	2	29	11
KY6	-	-	-	-
KY7	1	-	58	16
KY8	-	-	-	-

Tablo 4.20 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıklarının net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları alışkanlıklar son testte artış gösterse

de, deney grubunun kullandığı geometrik alışkanlıklar kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Ön testte deney grubu en çok KY1- *Sezgileri ya da tahmin etme sayesinde çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla* alışkanlığını kullanmıştır. Kontrol grubu ise KY1, KY2- *Düzenli durum değerlendirmeleri yaparak çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla* ve KY5- *İlerlemenin bir kaldırım taşı olarak periyodik olarak büyük resme dönme yoluyla* alışkanlıklarını kullanmışlardır. Son testte ise her iki grupta da en fazla KY7- *Final durumunun neye benzediğini açıklayabilme yoluyla* alışkanlığı kullanılmıştır.

#### 4.2.2. Araştırmanın onuncu alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın onuncu alt problemi “Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testlerinde kullandıkları sezgisel kurallar nelerdir?” şeklindedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT’ye verdikleri cevaplar incelenmiştir. Bulgular analiz edilirken sezgisel kural hatası yapılan maddelere 1, yapılmayan maddelere ise 0 puan verilerek kodlama yapılmıştır:

**Tablo 4.21.** Kontrol grubu SKTT ön- son testlerinden elde edilen bulgular.

Puan		Madde Numarası										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ön Test	0	f	5	1	2	3	11	7	2	3	4	8
	Puan	%	45.5	9.1	18.2	27.3	100	63.6	18.2	27.3	36.4	72.7
	1	f	6	10	9	8	0	4	9	8	7	3
	Puan	%	54.5	90.9	81.8	72.7	0	36.4	81.8	72.7	63.6	27.3
Son Test	0	f	4	2	3	2	11	4	3	4	6	10
	Puan	%	36.4	18.2	27.3	18.2	100	36.4	27.3	36.4	54.5	90.9
	1	f	7	9	8	9	0	7	8	7	5	1
	Puan	%	63.6	81.8	72.7	81.8	0	63.6	72.7	63.6	45.5	9.1

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT verdiği cevaplar incelenmiş ve sezgisel kural hatası yapan ve yapmayan öğrencilerin sayısı ve yüzdelik oranı Tablo 4.21’de gösterilmiştir. Buna göre her bir maddeye verilen cevapların detaylı analizi aşağıda sunulmuştur:

**SKTT 1. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 1. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin çoğunluğunun sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **aynı A aynı B** sezgisel kuralını kullandıkları görülmektedir. Öğrenciler bir mağazanın %40 indirim yapmasının ardından, mağazanın fiyatları eski haline döndürebilmesi için ürünlere %40

zam yapması gerektiğini belirtmişlerdir. Burada öğrenciler aynı indirim oranı-aynı fiyat şeklinde bir sezgisel kural kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K5: “Eski fiyatına döndürülmesi için ne kadar indirildiyse o kadar zam yapılmalı.”

K7: “40 indirim yapıldıysa 40 zam yapılmalı.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçesi ise şöyledir:

K11: “%40 dan fazla zam yapılmalı çünkü düşen fiyatın yüzdesi de düşeceği için.”

**SKTT 2. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 2. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin nerdeyse tamamının sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **daha fazla A daha fazla B** kuralını kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler biri %15 indirim, diğeri %25 indirim yapan iki tuhafiyeciden %25 indirim yapan tuhafiyeciden alışveriş yapmayı tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Burada birçok öğrenci daha fazla indirim oranı-daha fazla indirim şeklinde sezgisel bir kural kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K1: “%25 indirim yapıldığında daha ucuz mal oluyor.”

K4: “Daha çok indirim yapmış.”

K8: “Daha ucuz.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçesi ise şöyledir:

K11: “Fiyatlar iki dükkânda farklı olabilir. Belki %25 indirim yapan yer daha düşüktür.”

**SKTT 3. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 3. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **aynı A aynı B** kuralını kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir dikdörtgenin uzun kenarı %20 azaltılırken kısa kenarı %20 artırılırsa dikdörtgenin alanının değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Burada birçok öğrenci kenarlarda aynı değişim oranı-aynı

değişim miktarı sezgisel kuralı kullanmıştır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K5: “Alan değişmez çünkü iki kenarı da aynı eşitlikte artıp azalıyor.”

K9: “Bir kenar artıyor, diğeri azalıyor, alan değişmez.”

K11: “Alan değişmez, çünkü eksilen kısım tekrar tamamlanıyor.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçesi ise şöyledir:

K11: “Alan azalır çünkü uzun kenarda azalma daha çok etkiler, yüzdeler farklı olur.”

**SKTT 4. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 4. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin nerdeyse tamamının sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin **aynı A aynı B** sezgisel kuralını kullandığı görülmüştür. Burada eşit yol-eşit zaman sezgisel kuralı kullanılmıştır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K9: “120 ile 80’i toplayıp ikiye bölersek 100 olur.”

K10: “Yarı yarıya olduğu için toplayıp ikiye bölmemiz gerek.”

**SKTT 5. maddesine ait bulgular:** SKTT’nin 5. maddesinde öğrencilere bakır bir telin ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin testin 5. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin hiçbirinin sezgisel kural kullanmadığı görülmüştür. Öğrencilerin doğru cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K10: “Tel sonsuz bir şey değil.”

K11: “Bir noktadan sonra biter, tel sonsuz değil.”

**SKTT 6. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 6. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin yarısından çoğunluğunun sezgisel kural kullanmazken son testte öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **her şey sonsuza dek bölünebilir** kuralını kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir serideki sayıları ikiye bölme

işleminin sonsuza dek sürmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K1: “Bölme işlemi bir süre sonra biter, çünkü 1 ikiye bölünemez.”

K2: “Bölme işlemi bir süre sonra biter, çünkü kesirli sayı çıkabilir.”

K9: “Hiçbir şey sonsuz değildir.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçesi ise şöyledir:

K3: “Sonsuza dek sürer, çünkü sayılar sonsuzdur.”

**SKTT 7. maddesine ait bulgular:** SKTT'nin 7. maddesinde öğrencilere bir doğru parçasının ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin testin 7. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin nerdeyse tamamının sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **her şey sonsuza dek bölünebilir** kuralı kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir doğru parçasının ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçe ise şu şekildedir:

K1: “Doğru parçası sonsuz değildir, bir süre sonra sona erer.”

Doğru cevabı veren öğrenciler ise şu şekilde gerekçe sunmuşlardır:

K5: “Sonsuza kadar sürer, çünkü doğru parçasının (içindeki noktaların) sonu yoktur.”

**SKTT 8. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 8. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Öğrencilere içerisinde 10 siyah, 20 beyaz bilye bulunan A torbası ile 5 siyah, 10 beyaz bilye bulunan B torbası arasından hangisinde siyah bilye çekme olasılığının daha fazla olduğu sorulmuştur. Doğru cevap veren öğrencilerin birçoğu sayıların miktarına değil oranına odaklanmıştır. Yanlış cevap veren öğrenciler ise **daha fazla A daha fazla B** kuralı kullanmışlardır. Öğrenciler daha çok siyah bilye-daha yüksek olasılık sezgisel kuralını kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K5: “A torbasında siyah bilye sayısı B torbasından daha fazla.”

K10: “A torbası çünkü bilye sayısı fazla.”

Doğru cevaplara sunulan gerekçe ise şu şekildedir:

K11: “Fark etmez, çünkü ikisinde de aynı oranda var.”

**SKTT 9. maddesine ait bulgular:** Kontrol grubu öğrencilerinin testin 9. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin yarısından fazlasının; son testte ise öğrencilerin neredeyse yarısının sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddede öğrencilerden verilen iki ters açının ölçülerini karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin birçoğu açılarının ters açı olup ölçülerinin eşit olduğunu fark etmeyerek açılarının kollarının uzunluğuna odaklanmış ve **daha fazla A daha fazla B** (daha uzun açı kolu-daha büyük açı) kuralı kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

K1: “ $\beta$  daha uzundur.”

K8: “ $\beta$  açısı daha büyüktür çünkü  $\beta$ ’nin uçları ilerledikçe açılıyor.”

K10: “ $\beta$  (kolları uzun olan açı) daha geniş çıkıyor.”

Doğru cevaba sunulan gerekçeler ise şu şekildedir:

K4: “ $\alpha$  ile  $\beta$ ’nin açıları aynı, uzunlukları farklı.”

K5: “ $\alpha$  ile  $\beta$ ’nin açıları aynıdır.  $\beta$ ’nin uzun olması değiştirmez, çünkü açı istiyor.”

K7: “Eşittir, çünkü  $\alpha$  açısının parçasını birazcık daha uzatırsak eşit olur (olduğunu görürüz).”

**SKTT 10. maddesine ait bulgular:** SKTT’nin 10. maddesinde öğrencilerden birer kenar uzunlukları eşit olan düzgün bir beşgen ile düzgün bir altıgenin birer açılarını kıyaslamaları istenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin testin 10. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testin her ikisinde de öğrencilerin yalnızca birkaçının sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **aynı A aynı B** kuralını kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler eşit kenar uzunluğu-eşit açı şeklinde sezgisel kuralı kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçe ise şu şekildedir:

K1: “1 ve 2 eşittir, çünkü kenarlar eşit uzunlukta.”

Öğrencilerin doğru cevaplarına sundukları gerekçeler ise şöyledir:

K6: “1 açısı daha büyüktür. Çünkü 1. şekil altıgen iken 2. şekil beşgendir.”

K8: “1 açısı daha büyüktür çünkü daha geniş duruyor.”

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin Aynı A- Aynı B sezgisel kuralını ve daha fazla A- daha fazla B sezgisel kuralını sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Her şey sonsuza dek bölünebilir kuralının ise sorulara bağlı olarak kullanım oranlarının değiştiği görülmüştür.

#### 4.2.3. Araştırmanın on birinci alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın on birinci alt problemi “10. sınıf geometri alanı konuları olan Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularında zenginleştirilmiş öğrenme ortamı kullanılan deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testlerinde kullandıkları sezgisel kurallar nelerdir?” şeklindedir.

Alt problem çerçevesinde deney grubu öğrencilerinin SKTT’ye verdikleri cevaplar incelenmiştir. Bulgular analiz edilirken sezgisel kural hatası yapılan maddelere 1, yapılmayan maddelere ise 0 puan verilerek kodlama yapılmıştır (Tablo 4.22):

Tablo 4.22. Deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testlerine verdikleri cevaplar.

Puan		Madde Numarası										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ön Test	0	f	5	3	6	2	13	14	8	9	11	11
	Puan	%	31.3	18.8	37.5	12.5	81.3	87.5	50	56.3	68.8	68.8
	1	f	11	13	10	14	3	2	8	7	5	5
	Puan	%	68.8	81.3	62.5	87.5	18.8	12.5	50	43.8	31.3	31.3
Son Test	0	f	10	13	11	3	16	16	13	12	14	16
	Puan	%	62.5	81.3	68.8	18.8	100	100	81.3	75	87.5	100
	1	f	6	3	5	13	0	0	3	4	2	0
	Puan	%	37.5	18.8	31.3	81.3	0	0	18.8	25	12.5	0

Buna göre her bir maddeye verilen cevapların detaylı incelemesi aşağıda sunulmuştur:

**SKTT 1. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 1. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar

incelendiğinde öğrencilerin **aynı A aynı B** kuralını kullandığı görülmektedir. Öğrenciler bir mağazanın %40 indirim yapmasının ardından, mağazanın fiyatları eski haline döndürebilmesi için ürünlere %40 zam yapması gerektiğini belirtmişlerdir. Burada öğrenciler aynı indirim oranı- aynı fiyat şeklinde bir sezgisel kural kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D3: “*Aynı fiyata yükseltilmeli.*”

D15: “*%40 indirim yapılmış, eski fiyatına döndürülmesi için %40 zam yapılmalı.*”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçeleri ise şöyledir:

D5: “*Zaten %40 indirim yapılmış ve sonuç düşük fiyat ve o fiyatı eskisine göre yapmak için daha fazla zam yapılmalı.*”

D7: “*Bir kişi %40 indirim yaparsa aynı miktarda zam yaparsa fiyat düşük olur.*”

**SKTT 2. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 2. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **daha fazla A daha fazla B** kullandığı görülmüştür. Öğrenciler biri %15 indirim, diğeri %25 indirim yapan iki tuhafiyeciden, %25 indirim yapan tuhafiyeciye alışveriş yapmak için tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Burada birçok öğrenci daha fazla indirim oranı-daha fazla indirim şeklinde sezgisel bir kural kullanmışlardır. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D11: “*En çok o indirim yapmış.*”

D14: “*Ürünleri daha ucuz.*”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçeleri ise şöyledir:

D5: “*%25 indirim yapılan bir eşyanın fiyatı %15 indirim yapılan eşyanın fiyatından daha pahalı da olabilir.*”

D16: “*Ürünlerin fiyatını bilmiyorum.*”

**SKTT 3. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 3. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta

olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **aynı A aynı B** kuralını kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir dikdörtgenin uzun kenarı %20 azaltılırken kısa kenarı %20 artırılırsa dikdörtgenin alanının değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Burada öğrenciler kenarlarda aynı değişim oranı-aynı alan sezgisel kural kullanmışlardır. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D2: “Sadece şekli değişir, alan aynı kalır. Dikdörtgenden bir parça çıkarılırsa eğer alan öyle değişir ya da %20, %40 olursa değişir. Ama bu durumda alan değişmez.”

D6: “İki taraftan da eşit miktarda alınmış.”

D12: “Yerler değişmiş sadece.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçeleri ise şöyledir:

D3: “Kısa kenar artınca alan daha az artar, uzun kenar azalınca alan daha çok azalır. Yani azalma fazla.”

D5: “Uzun kenar daha fazla azalıyor.”

**SKTT 4. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 4. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön ve son testte birçok öğrencinin sezgisel kural kullandığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin **aynı A aynı B** sezgisel kuralını kullandığı görülmüştür. Burada eşit yol-eşit zaman şeklinde bir kural benimsenmiştir. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler şu şekildedir:

D1: “İkisini toplayıp ikiye böldüm.”

D3: “120 ile 80’in ortalaması.”

Doğru cevabı veren D5 kodlu öğrencinin ise değer vererek doğru cevaba ulaştığı görülmüştür.

**SKTT 5. maddesine ait bulgular:** SKTT’nin 5. maddesinde öğrencilere bakır bir telin ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Deney grubu öğrencilerinin testin 5. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte yalnızca birkaç öğrencinin sezgisel kural kullandığı; son testte ise öğrencilerin hiçbirinin sezgisel kural

kullanmadığı görülmüştür. Bu maddeye verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin **her şey sonsuza dek bölünebilir** kuralı kullandığı görülmüştür. Öğrencilerin yanlış cevaplarına verdikleri gerekçeler şöyledir:

D2: “*Bakır telin ne kadar uzunlukta olduğunu bize vermemiş, eğer bir sayı belirtseydi elbet bir sonu olurdu.*”

D11: “*Atomlarına kadar devam eder.*”

Öğrencilerin doğru cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D5: “*Bir süre sonra bölünemez.*”

D13: “*Bakır tel sonsuz değil.*”

**SKTT 6. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 6. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte yalnızca birkaç öğrencinin sezgisel kural kullandığı; son testte ise öğrencilerin hiçbirinin sezgisel kural kullanmadığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **her şey sonsuza dek bölünebilir** kuralı kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir serideki sayıları ikiye bölme işleminin sonsuza dek sürmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçe ise şu şekildedir:

D15: “*Bir yerden sonra biter.*”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçeleri ise şöyledir:

D14: “*Reel sayılar sonsuza gider.*”

**SKTT 7. maddesine ait bulgular:** SKTT'nin 7. maddesinde öğrencilere bir doğru parçasının ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürüp sürmeyeceği sorulmuştur. Deney grubu öğrencilerinin testin 7. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin **her şey sonsuza dek bölünebilir** kuralı kullandığı görülmüştür. Öğrenciler bir doğru parçasının ikiye bölünme işleminin sonsuza dek sürmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D2: “Doğru parçası doğru gibi değildir, bir sonu vardır. Her iki ucu da kapalıdır. Bu yüzden bir süre sonra sona erer.”

D14: “Doğru parçası sonsuza dek gitmez, bir süre sonra sona erer.”

Doğru cevabı veren öğrencilerin gerekçeleri ise şu şekildedir:

D3: “Her zaman daha küçük nokta vardır.”

D5: “Bir doğru parçasında sonsuz nokta vardır.”

**SKTT 8. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 8. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Öğrencilere içerisinde 10 siyah, 20 beyaz bilye bulunan A torbası ile 5 siyah, 10 beyaz bilye bulunan B torbası arasından hangisinde siyah bilye çekme olasılığının daha fazla olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin birçoğu sayıların miktarına değil oranına odaklanarak doğru cevabı vermiştir. Yanlış cevap veren öğrenciler ise **daha fazla A daha fazla B** kullanmışlardır. Öğrenciler daha çok siyah bilye-daha yüksek olasılık sezgisel kuralını kullanmışlardır. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D9: “A torbası, çünkü daha çok siyah var.”

D7: “A torbası, çünkü ikincide az siyah var.”

Doğru cevaplara sunulan gerekçe ise şu şekildedir:

D14: “Fark etmez, oranlar aynı”

**SKTT 9. maddesine ait bulgular:** Deney grubu öğrencilerinin testin 9. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte sezgisel kural kullanan öğrencilerin yoğunlukta olduğu; son testte ise bu oranın oldukça azaldığı görülmüştür. Bu maddede öğrencilerden verilen iki ters açının ölçülerini karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin bazıları açıların ters açı olup ölçülerinin eşit olduğunu fark etmeyerek açılarının kollarının uzunluğuna odaklanmış ve **daha fazla A daha fazla B** (daha uzun açı kolu-daha büyük açı) kuralı kullanmışlardır. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçeler ise şu şekildedir:

D3: “ $\beta$  (kolları uzun olan açı) daha geniş alanı görüyor.”

D6: “ $\beta$  daha uzundur.”

Doğru cevaba sunulan gerekçeler ise şu şekildedir:

D4: “Karşılıklı zıt olduğu için eşittir.”

D14: “Formüle göre ters açılar aynı olur.”

**SKTT 10. maddesine ait bulgular:** SKTT'nin 10. maddesinde öğrencilerden birer kenar uzunlukları eşit olan düzgün bir beşgen ile düzgün bir altıgenin birer açılarını kıyaslamaları istenmiştir. Deneysel grubu öğrencilerinin testin 10. maddesine verdiği cevaplar incelendiğinde, ön testte yalnızca birkaç öğrencinin sezgisel kural kullandığı; son testte ise öğrencilerin hiçbirinin sezgisel kural kullanmadığı görülmüştür. Bu maddeye verilen cevaplar incelendiğinde yanlış cevap veren öğrencilerin **aynı A aynı B** kuralı kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler eşit kenar uzunluğu- eşit açı şeklinde sezgisel kuralı kullanmışlardır. Öğrencilerin yanlış cevaplarına sundukları gerekçe ise şu şekildedir:

D10: “Eşit çünkü kenar uzunlukları eşit.”

D14: “İkisi de düzgün çokgen.”

Öğrencilerin doğru cevaplarına sundukları gerekçeler ise şöyledir:

D6: “1 açısı daha büyüktür. Çünkü 1. şekil altıgen iken 2. şekil beşgendir.”

D11: “Altıgen açısı  $120^\circ$ , beşgen açısı  $108^\circ$ .”

Deneysel grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testlerine verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genellikle ön testte sezgisel kuralları yoğun bir şekilde kullandıkları; son testte ise sezgisel kural kullanımının azaldığı görülmüştür.

#### 4.2.4. Araştırmanın on ikinci ve on üçüncü alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın on ikinci alt problemi “Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı kullanılan deneysel grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde ZGA ve sezgisel kural kullanımları nasıldır?” şeklindedir.

Araştırmanın on üçüncü alt problemi “Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı kullanılan deneysel grubu öğrencilerinin uygulama süresince, uygulamaya yönelik yansıtıcı görüşleri nelerdir?” şeklindedir.

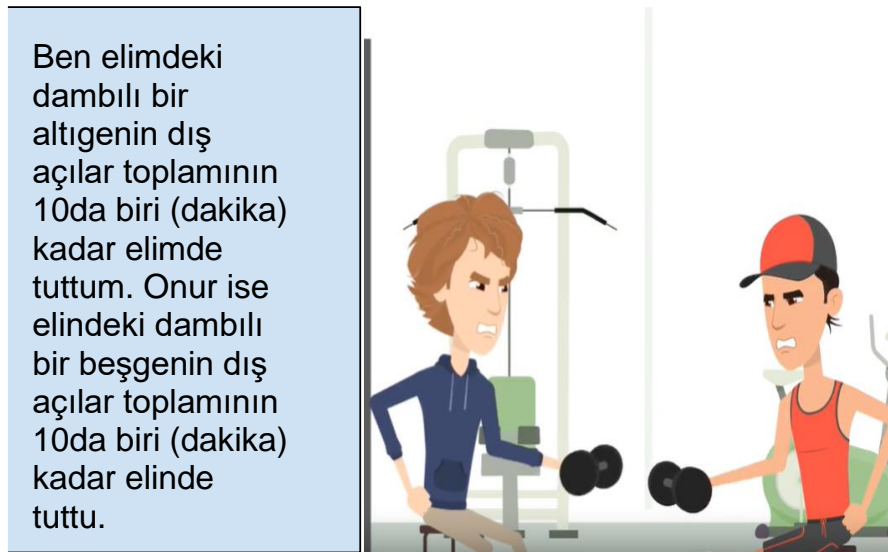
Araştırmanın bu bölümünde uygulama süreci her hafta detaylı bir şekilde analiz edilip yorumlandığından, yansıtıcı günlük formları da haftalık uygulama planlarına dahil olduğundan, on ikinci ve on üçüncü alt problemler aynı başlık altında analiz edilmiştir.

#### 4.2.4.1. 1. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar

Zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri kullanılarak hazırlanan web sitesi deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. 11 hafta süren uygulama sürecinin 1. haftası 7 sayfadan oluşmaktadır. 1. sayfada çokgen kavramına dikkat çekilmiş, çokgenlerin ortaya çıkışı ile ilgili bir animasyon izletilmiş ve TRT-Matematik Hikâyeleri-Mısır'da Doğan Güneş videosu ile geometrinin doğuşuna dikkat çekilmiştir.

2. sayfada öğrencilere çokgenlerin özelliklerine dair bir Google tablosu doldurulmuştur (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1z-l9Ldz-Hm6A8ANEu4fOWnZnsNaEhZFTJQiyxv6LfDQ/edit?hl=tr&gid=0#gid=0>).

3. sayfada Etkinlik 1 öğrencilere uygulanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden altıgenin dış açılar toplamı ile beşgenin dış açılar toplamını karşılaştırmaları istenmektedir. Burada öğrencilerin iki şeklin İ1- bazı özelliklerini karşılaştırmaları, G9- genel kuralları kullanmaları ve gerekirse KY1- çizimler yoluyla çıkarım yapmaları beklenmektedir. Ayrıca bu etkinlikte öğrencilerin daha fazla A daha fazla B (daha fazla kenar- daha fazla dış açılar toplamı) sezgisel kuralını kullanması da olasıdır. Bu etkinliğe ait animasyondan bir görüntü Şekil 4.6'da verilmiştir:



Şekil 4.6. 1. hafta Etkinlik 1'e dair animasyondan bir görüntü

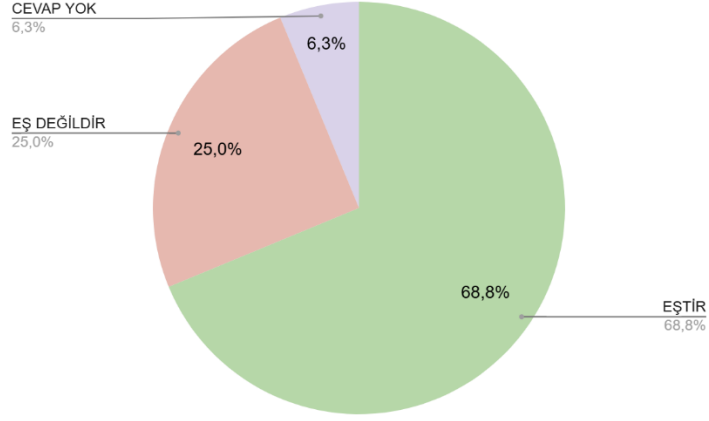
Öğrencilerin 3. sayfadaki Etkinlik 1'e verdiği cevapların frekansı Tablo 4.23'te verilmiştir:

**Tablo 4.23.** 1. hafta Etkinlik 1'e verilen cevapların frekans tablosu.

	f	%
Berabere Kalır	11	68.8
Serhat	3	18.8
Onur	2	12.4

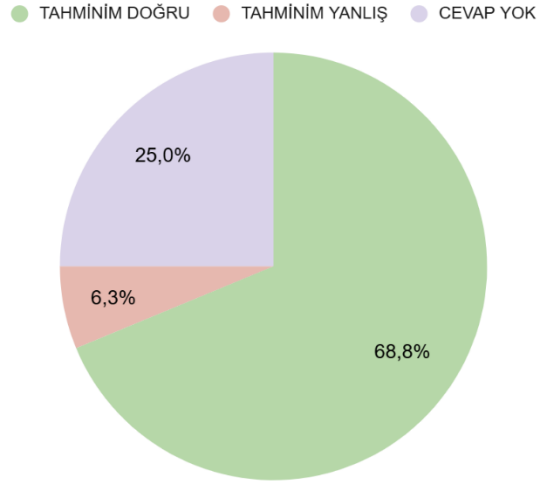
Öğrencilerin Etkinlik 1'e verdiği cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun doğru cevabı verdiği görülmüştür. Öğrencilerin doğru cevaplarına verdikleri gerekçe şu şekildedir: "Beşgenin ve altıgenin dış açıları toplamı eşit olduğundan bunların 1/10'u da eşittir." (İ1, G9). Yanlış yapan öğrencilerden biri dış açıları toplamı ile iç açıları toplamını karıştırmıştır. Uygulamanın ilk haftası olduğundan öğrenciler sürece aşına değildir ve çoğunlukla gerekçe bildirmeden yalnızca yanıt sunmuşlardır.

4. sayfada Etkinlik 2 öğrencilere uygulanmıştır. Bu etkinlikte VPC (visualise-predict-check/ görselleştir-tahmin et-kontrol et) yaklaşımı kullanılmıştır. Görselleştirme aşamasında öğrencilerden, zihinlerinden bir çokgen tasarımları istenmiştir. Tahmin aşamasında çokgeni bir köşegeninden katlayıp üst üste getirdiklerinde parçaların birbirine eş olup olmayacağını tahmin etmeleri istenmiştir. Kontrol aşamasında öğrencilerden <https://thewessens.net/ClassroomApps/Main/quadrilaterals.html?topic=geometry&id=2> adresindeki manipülatif ya da Geogebra kullanılarak tahminlerini kontrol etmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilerden elde ettikleri sonucu genellemeleri istenmiştir. Burada öğrencilerden oluşturdukları şeklin alt şekillerini fark etmeleri ve ilişkilendirmeleri (İ5); simetriyi kullanmaları (İ9); oluşturdukları çokgenle ilişkili özel durumları göz önünde bulundurma yoluyla genelleme yapmaları (G1); çokgeni bir köşegeninden katlayıp üst üste getirdiklerinde parçaların birbirine eş olup olmayacağı ile ilgili genel kural oluşturmaları (G9); genellemenin geçerli olduğu (G5) ve olmadığı durumları (G6) belirleme; çokgeni katlama yoluyla keşif ve yansıtma yapmaları (KY4); statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla değişmezleri araştırmaları (DA1), katlama sonucunda değişen (DA2), değişmeyen özellikleri (DA6, DA8) belirlemeleri beklenmektedir. Öğrencilerin bu etkinliğin tahmin aşamasındaki probleme verdikleri cevapların frekansları Şekil 4.7'de verilmiştir:



**Şekil 4.7.** Öğrencilerin 1. hafta Etkinlik 2 Görseleştir aşamasına verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrenciler VPC yaklaşımının tahmin aşamasındaki “çokgeni bir köşegeninden katlayıp üst üste getirdiklerinde parçaların birbirine eş olup olmayacağı” sorusuna çoğunlukla “Eşitir” cevabını vermişlerdir. Bir öğrenci ise bu soruyu yanıtızsız bırakmıştır. Kontrol aşamasındaki “Tahmininiz doğru mudur?” sorusuna yalnızca bir öğrencinin (Şekil 4.8) tahminim yanlış cevabını verdiği görülmüştür. Bu öğrenci tahmin aşamasında “Parçalar eş değildir” şeklinde verdiği yanıtının yanlış olduğunu belirtmiştir (KY4). Öğrencilerin %25’inin kontrol aşamasındaki bu soruyu yanıtızsız bıraktığı görülmüştür.



**Şekil 4.8.** Öğrencilerin 1. hafta Etkinlik 2 Kontrol aşamasına verdikleri cevapların dağılımı.

Etkinlik 2’nin son kısmında öğrencilerden elde ettikleri sonuçları genellemeleri istenmiştir. “Sizden istenilen şekilde bir çokgen oluşturmak için ne yapmalısınız? Parçaların eş

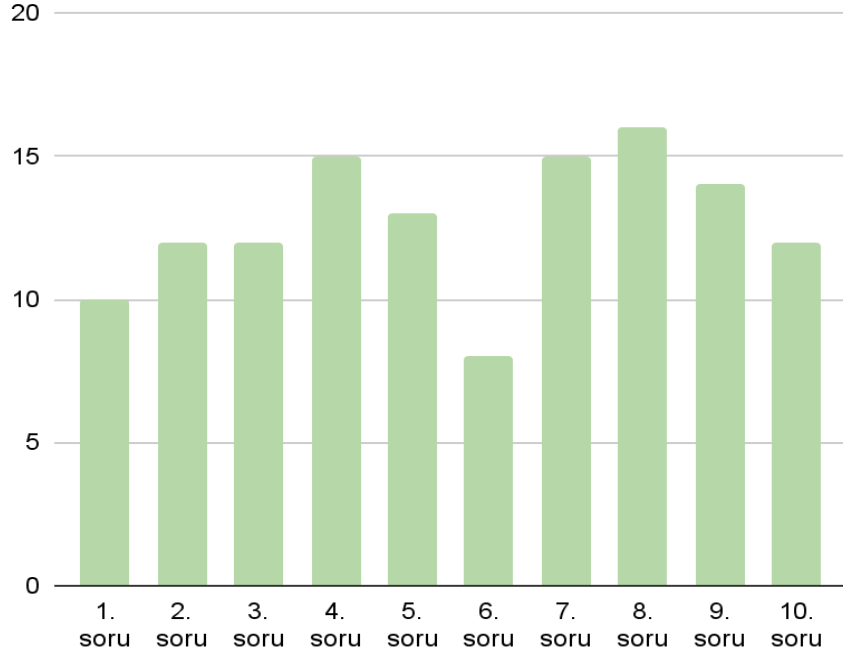
olması için nasıl çokgenler çizilmeli?” sorusuna öğrencilerin verdikleri yanıtlar Tablo 4.24’te verilmiştir:

**Tablo 4.24.** 1. hafta Etkinlik 2 son aşamasına verilen cevapların frekans tablosu.

	f	%
<b>Kare/ Kare gibi bir şey</b>	5	31.25
<b>Düzgün/eşit çokgenler</b>	4	25
<b>Yamuk</b>	1	6.25
<b>En az 4-5 köşegeni olmalı</b>	1	6.25
<b>Diğer</b>	5	31.25

Öğrencilerin verdiği yanıtlar incelendiğinde çoğunluğunun doğru çıkarımlarda bulunduğu görülmektedir. Öğrencilerin verdiği cevaplar içinde en fazla “*Kare ya da kare gibi bir şey olmalı*” cevabı bulunmaktadır. Öğrencilerin %25’i ise bu özel cevabı genelleştirerek (G9) “*düzgün ya da eşit kenarlı çokgen olmalı*” cevabını vermiştir ki araştırmacının öğrencilerden beklediği cevap budur. D5 kodlu öğrencinin “*Bizden istenilen şekli yapmak için verilen ölçüleri doğru ve düzgün şekilde çizerek oluşturabiliriz. Düzgün çokgenler çizilmelidir.*” cevabı bu sınıflandırmaya dahil edilen cevaplardandır. 1 öğrenci “*En az dört veya beş köşegeni olmalı. Örneğin kare, deltoid*” şeklinde verdiği cevapta örnekleri nispeten doğru verse de doğru genelleme yapamamıştır. 1 öğrenci “yamuk” yanlış cevabını vermiştir. Diğer öğrenciler ise ya boş bırakmış ya da soru ile alakasız cevaplar vermişlerdir.

6. sayfada öğrencilere bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Bu oyun Wordwall platformunda araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Oyunun amacı, ızgarada gizlenmiş çokgen isimlerini bulmaktır. Bu çokgenler sırasıyla yamuk, kare, dikdörtgen, düzgün beşgen, altıgen, deltoid, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dışbükey dörtgen, dik yamuktur. Öğrenciler 5 kez yanlış bir kelimeye tıkladığında elenmektedirler. Oyun sonunda Wordwall sitesinden sonuçlarının istatistiğine erişmek mümkündür. Çokgen isimleri yerine soru numarası yazılarak oluşturulan bu istatistikler Şekil 4.9’da verilmektedir:



**Şekil 4.9.** 1. hafta Wordwall sorularına verilen doğru cevapların frekansı.

İstatistiklere göre en hızlı öğrenci olan D4 kodlu öğrenci 5.9 dakikada tüm kelimeleri bulmuştur. Ortalama skor 7.9 dakikadır. Öğrencilerin ek sık buldukları çokgenler eşkenar dörtgen, paralelkenar, dışbükey dörtgen ve düzgün beşgendir.

1. hafta etkinliklerinde öğrencilerin sürece uyum sağlayabilmesi ve süreçteki davranışlarının gözlemlenebilmesi için etkinlik sayısı sınırlı tutulmuştur. Nitekim öğrencilerin 1. haftada ZGA'sını çok fazla kullanamadıkları görülmüştür. Oyunlardaki katılım ve performansları ise yeterli düzeydedir.

7. sayfada öğrencilerden yapılan uygulamalar ile ilgili görüşlerini bildirecekleri yansıtıcı günlük formu doldurmaları istenmiştir. Yansıtıcı günlük form 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin yansıtıcı günlük formunda 1. soruya verdiği yanıtlar incelenmiş ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.25 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.25.** 1. hafta yansıtıcı günlük formu 1. sorudan elde edilen tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Beğeni	8
	Eğitici/öğretici	4
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Eğlenceli	3
	Deneyim	1
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde en çok “Güzeldi, çok iyi” gibi beğeni ifadelerine yer verdikleri görülmüştür.

D10: “Gayet güzeldi, bu uygulamayı sevdim.” (Beğeni)

D11: “Baya eğlendik. Öğrenmeyi kolaylaştırıyor.” (Eğlenceli, Eğitici/öğretici)

D12: “Farklı bir deneyim oldu.” (Deneyim)

2. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin yansıtıcı günlük formunda 2. soruya verdiği yanıtlar incelenmiş ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.26 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.26.** 1. hafta yansıtıcı günlük formu 2. sorudan elde edilen tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Oyun	8
	Video	2
	Her şey	2
	Tablo	1
	Bulmaca	1
<b>Beğenilen Durumlar</b>	<b>Toplam</b>	<b>14</b>

Öğrenciler uygulama sürecinde en çok oyunları beğendiklerini dile getirmişlerdir. Tablo, bulmaca, videonun yanı sıra her şeyi çok beğendiğini belirten öğrenciler de vardır.

3. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin yansıtıcı günlük formunda 3. soruya verdiği yanıtlar incelenmiş ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.27 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.27.** 1. hafta yansıtıcı günlük formu 3. sorudan elde edilen tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Zorluk yaşamadım	8
	Soruları çözmekte	4
<b>Zorluklar</b>	Tabloyu açmakta/doldurmakta	2
	Bilgi yetersizliğim	1
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin büyük bir bölümü uygulamada zorlandığı bir durum olmadığını belirtse de bazı öğrenciler soruları çözmekte zorlandıklarını belirtmişlerdir. Birkaç öğrenci ise tabloları açmak ve doldurmakta zorluk yaşadığını belirtmiştir.

4. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin 4. soruya verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Öğrencilerin hepsi, değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmişlerdir:

D2: “Yok, her şey gayet iyiydi”

Öğrencilerin 1. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun süreçten memnun kaldığı ve değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığı görülmüştür.

#### **4.2.4.2. 2. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

2. hafta *Düzgün Çokgenler* konusunun işlendiği haftadır. 2. hafta etkinliklerinin 1. sayfasında öğrencilere Euler formülünü açıklayan bir animasyon izletilmiştir. Öğrenciler animasyon sonunda kağıtlara zihinlerindeki şekilleri çizerek, Euler formülünün geçerli olduğu durumları örneklendirmişlerdir.

2. sayfada ise verilen bağlantı linkine tıklayarak <http://www.shodor.org/interactivate/activities/Transmographer/> adresindeki manipülatifi

kullanmışlardır. Bu manipülatif kare, paralelkenar ya da üçgen seçeneklerinden seçilen bir şeklin öteleme, yansıma veya dönme dönüşümleri uygulanması sonucunda oluşan yeni şekli öğrencilere sunmaktadır.

3. sayfada Etkinlik 1 öğrencilere uygulanmıştır. Bu etkinlikte Pick teoremine dikkat çekilerek ve bu teorem kullanılarak bir yamuğun alanı hesaplanmıştır. Öğrencilere “İçerisinde 10, sınırında 5 nokta olan bir çokgen ile içerisinde 5, sınırında 10 nokta olan çokgenin alanları birbirine eşit midir?” problemi yöneltilmiştir. Bu problemin çözümünde öğrencilerin iki şeklin bazı özelliklerini sayarak ilişkilendirmeleri (İ2), iki şeklin alanlarını ilişkilendirmeleri (İ4), şeklin içinde alt şekiller oluşturmaları (İ6), sonuçlara dair genelleme yapmaları (G9, G10) beklenmektedir. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanması olasıdır. Etkinlik 1’e dair animasyondan bir kesit Şekil 4.10’da sunulmuştur:



Şekil 4.10. 2. hafta Etkinlik 1’e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin Etkinlik 1’e verdiği cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru cevabı vererek, içerisinde 10, sınırında 5 nokta olan bir çokgen ile içerisinde 5, sınırında 10 nokta olan çokgenin alanlarının birbirine eşit olmadığını belirttiği görülmüştür (Tablo 4.28):

Tablo 4.28. 2. hafta Etkinlik 1’e verilen cevapların frekans tablosu.

	f	%
Eşit değildir	13	81.3
Eşittir	3	18.7

Öğrencilerin Etkinlik 1'e verdikleri cevaplara dair gerekçeleri Tablo 4.29'da verilmiştir:

**Tablo 4.29:** 2. hafta Etkinlik 1'e öğrencilerin verdiği cevapların gerekçelerinin frekans tablosu.

Cevap	Açıklama	f	%
	Formülü uyguladım.	10	66.7
Eşit değildir	Enine ve boyuna şekil değişir.	1	6.66
	Tam kare özdeş değildir.	1	6.66
	Birbirinin tersi olduğu için.	1	6.66
Eşittir	Alan değişmez.	1	6.66
	Pick teoremine göre eşittir.	1	6.66

Öğrencilerin cevaplarına verdikleri açıklamalar incelendiğinde (Tablo 4.29) ise öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun formülü uygulayarak doğru cevaba ulaştığı görülmüştür (G9):

D10: “İçerisinde 10, sınırında 5 nokta olan çokgenin alanı 11,5 çıkarken, içerisinde 5, sınırında 10 nokta olan çokgenin alanı ise 9'dur. Eşit değildir.”

D3: “Bence eşit değildir çünkü birisi kenarlarında 5 nokta var, birisinde de 10 nokta var, bir de formülü yapınca eşit olmuyor.”

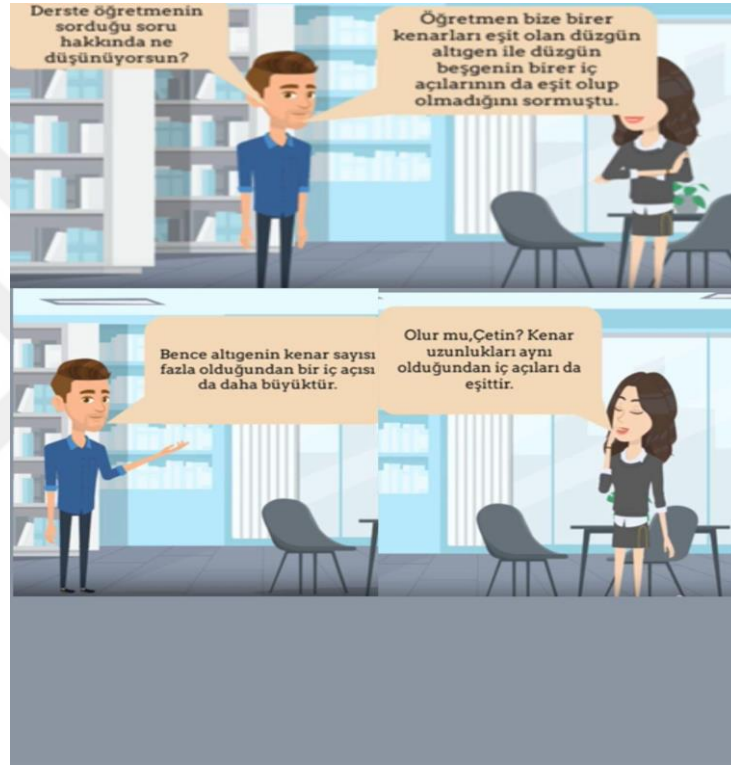
Bunun yanında D4 kodlu öğrenci verilen şekillerin enine ve boyuna değiştiğini (İ2) belirtmiştir. D15 kodlu öğrenci ise tam kare olmadığından (G5, G10) yani içerideki ve sınırdaki nokta sayısı farklı olduğundan alanların eşit olmayacağını belirtmiştir.

Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin cevaplarına verdiği açıklamalar incelendiğinde D5 kodlu öğrencinin Pick teoremi yerine Euler formülü kullandığı ve bu nedenle hata yaptığı görülmüştür:

D5: “Pick teoremine göre eşit olduğu gözlemlenir çünkü kenar sayısı eksi köşe sayısı artı bölge sayısından cevap bulunur.”

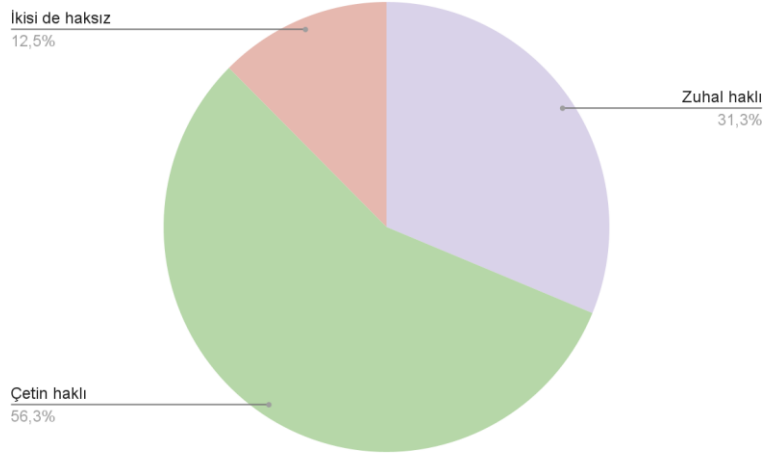
D1 kodlu öğrencinin ise “Eşittir çünkü birbirinin tersi olduğu için” cevabını verdiği görülmüştür. Bu öğrenci noktaların aynı olduğunu yalnızca yerlerinin değiştiğini belirterek aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanmıştır.

4. sayfada öğrencilere Etkinlik 2 uygulanmıştır. Etkinlikte birer kenarları eşit olan düzgün beşgen ile düzgün altıgenin birer iç açılarının da eşit olup olmadığına Zuhâl ve Çetin karakterlerinin verdiği cevaplar hakkında öğrencilerin düşünceleri sorulmuştur. Bu problemin çözümünde öğrencilerden düzgün altıgen ve düzgün beşgenin iç açılarını ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3); düzgün çokgen olma durumunun göz önünde bulundurulması (G1), benzer durumlardan yararlanılması (KY3) beklenmektedir. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanması olasıdır. Şekil 4.11’de Etkinlik 2’ye dair animasyondan görüntüler verilmiştir:



Şekil 4.11. 2. hafta Etkinlik 2’ye dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin Etkinlik 2’ye verdikleri cevapların dağılımı Şekil 4.12’de verilmiştir:



Şekil 4.12. Öğrencilerin 2. hafta Etkinlik 2'ye verdikleri cevapların dağılımı.

Şekil 4.12 incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla Çetin'in düşüncesine katılarak doğru cevabı verdiği görülmektedir:

D1: "Çünkü altıgenin bir iç açısı beşgenden daha büyüktür" (İ3)

D5: "Ne kadar çok kenar eklersek o kadar iç açısı büyür." (G10)

D6: "Kenarına göre hesapladığımız için farklı olur." (G1)

Zuhall'i haklı bulan öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrencilerin aynı zamanda aynı A aynı B sezgisel kuralı kullandıkları kullanılmıştır:

D3: "Kenarları eşit olduğu için alanı eşit olabilir." (G1, G10)

D8: "Çünkü kenarlar aynıysa doğal olarak iç açıları da aynıdır." (G1, G10)

D13: "Düzgün şekiller olduğu için kenarları eşittir." (G1, G10)

Öğrencilerden ikisi Zuhall ve Çetin'in ikisinin de haksız olduğunu belirtmiştir:

D11: "Bunun kenar sayısının fazla olmasıyla alakası yok kural öyle toplam açıyla alakalı." (G10)

5. sayfada öğrencilere Transum sitesinden Katamino uygulamasının oyun linki verilmiştir (<https://www.transum.org/Maths/Activity/Jigsaw/Pentominoes.asp>). Katamino, 5 adet birim küpün birleştirilmesiyle oluşan 12 şekli dikdörtgen şeklindeki tabloya yerleştirmeye

dayanan bir oyundur. Bu oyun sayesinde öğrencilerin problem çözme, muhakeme etme, uzamsal muhakeme gibi becerilerinin gelişeceği düşünülmektedir.

6. sayfada Learningapps sitesi üzerinden bazı düzgün çokgenlerin özelliklerini içeren bir uygulama (<https://learningapps.org/display?v=p16mafor323>) linki verilmiştir. Uygulama Learningapps sitesinden araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Bu uygulamada öğrencilerin düzgün altıgen, düzgün beşgen, kare, düzgün sekizgen ve düzgün ongene ait karışık özellikleri seçerek tablonun arkasındaki şekli ortaya çıkarmaları beklenmektedir (Şekil 4.13).

DÜZGÜN ALTIGEN	DÜZGÜN BEŞGEN	KARE	DÜZGÜN SEKİZGEN	DÜZGÜN ONGEN
Köşegenler birbirini dik ortalar	2 adet köşegeni vardır ve köşegenleri aynı zamanda açıortaydır	Bir iç açısının ölçüsü 120 derecedir.	Bir köşesinden 5 köşegen çizilir	Bir iç açısı 144 derecedir.
Köşegenler 6 adet üçgen oluşturur.	Bir dış açısı bir tam açının 10da biridir.	Bir köşesinden 2 köşegen çizilir.	Bir dış açısı bir iç açısının yarısına eşittir.	6 tane birbirine eş eşkenar üçgenden oluşur
Bir dış açısının tanjanti 1 dir.	Toplam köşegen sayısı 35 dir.	Köşegenleri pentagram oluşturur.	Düztgün dörtgendir.	2 adet köşegeni vardır ve köşegenleri aynı zamanda açıortaydır

Şekil 4.13. 2. hafta 6. sayfaya dair uygulamadan bir görüntü.

2. haftada yapılan etkinliklerde öğrencilerin genel olarak sorulara doğru cevap verme oranının yüksek olduğu ve öğrencilerin cevaplarına gerekçeler sundukları görülürken; ZGA'yı yeterli düzeyde kullanamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin oyunlara katılımları yeterli görülmüştür.

7. sayfada öğrencilerden yapılan uygulamalar ile ilgili görüşlerini bildirecekleri yansıtıcı günlük formu doldurmaları istenmiştir. Yansıtıcı günlük form 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru "Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?" şeklindedir. Tablo 4.30'da öğrencilerin 1. soruya dair yanıtları gösterilmiştir:

**Tablo 4.30.** 2. hafta yansıtıcı günlük formu 1. sorusuna verilen cevaplara ait tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Sürece Dair Düşünceler	Beğeni	8
	Eğitici/öğretici	5
	Eğlenceli	2
	Akılda kalıcılık	2
	Zengin içerik	2
	Devamlılık isteği	1
	Gerçek hayat sınavlarından uzak	1
	Aktif katılım	1
<b>Toplam</b>	<b>22</b>	

Öğrencilerin birçoğunun uygulamaya dair beğeni ifadeleri kullandığı görülmüştür. Ayrıca uygulamanın eğitici/öğretici yanlarından da söz eden birçok öğrenci bulunmaktadır. Öğrenciler uygulamanın akılda kalıcı, zengin içeriğe sahip olan ve derse aktif katılımlarını sağlayan yönlerine de değinmişlerdir.

D1: “Çok güzel bir dersti, çok dolu dolu bir dersti.” (Beğeni ve eğitici/öğretici).

D6: “Çok güzel ve oldukça güzel bir ders, böyle aktiviteleri devam etmekten hoşnutluk duyarım.” (Beğeni ve devamlılık isteği).

D8: “Gayet güzeldi, her şey insanın aklında kalıyor.” (Beğeni ve akılda kalıcılık).

D12: “Derse biraz daha katılım göstermemi sağladı.” (Aktif katılım)

Yalnızca bir öğrenci uygulamayı gerçek hayat sınavlarındaki sorulardan uzak olarak nitelendirmiştir:

D5: “Soru çözümünün daha yararlı olduğunu düşünüyorum. Sadece eğlence için kurulmuş. ÖSYM’ye yararı olduğunu düşünmüyorum.” (Eğlenceli ve gerçek hayat sınavlarından uzak)

2. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin yansıtıcı günlük formunda 2. soruya verdiği yanıtlar incelenmiş ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.31 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.31.** 2. hafta yansıtıcı günlük formu 2. sorusuna verilen cevaplara ait tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Oyunlar	9
	Tangram, puzzle	3
	Farklı uygulamalar	2
	Video	1
	Hepsi	1
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, uygulama sürecinde en çok oyunları beğendikleri görülmüştür. Ayrıca tangram ve puzzleleri, farklı uygulamalar denemeyi beğendiğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır.

3. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin yansıtıcı günlük formunda 3. soruya verdiği yanıtlar incelenmiş ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.32 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.32.** 2. hafta yansıtıcı günlük formu 3. sorusuna verilen cevaplara ait tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Zorluklar</b>	Videolu sorular	3
	Tangram	1
	Oyunlar	1
	Zorlanmadım	11
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin birçoğunun süreçte zorluk yaşamadığı görülmüştür. Süreçte yaşanan zorluklar çoğunlukla animasyon şeklindeki sorulara yanıt verirken yaşanmıştır.

4. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin 4. soruya verdikleri yanıtlar incelenmiştir ve elde edilen yanıtlardan Tablo 4.33 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.33.** 2. hafta yansıtıcı günlük formu 4. sorusuna verilen cevaplara ait tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
	Daha fazla oyun/etkinlik	4
	Soru tipinin değiştirilmesi	1
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Bağlantı hızı	1
	Yoktur	10
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin birçoğu uygulamada değiştirilmesi gereken bir durumun olmadığını belirtmiştir. Bazı öğrenciler etkinlik/oyun sayısının artırılması gerektiğini belirtmiştir:

D2: “*Biraz daha etkinlik olsaydı iyi olurdu*” (Daha fazla oyun/etkinlik)

D4: “*Videolar soru yerine test şeklinde olursa daha iyi olabilir*” (Soru tipinin değiştirilmesi)

D10: “*Yanıt gönderme biraz daha hızlı olmalı. Sorun yaşıyoruz.*” (Bağlantı hızı)

Öğrencilerin 2. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun süreçten memnun kaldığı ve değiştirmek istediği bir şeyin olmadığı görülmüştür.

#### 4.2.4.3. 3. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar

3. hafta *Dörtgenler* konusunun işlendiği haftadır. 3. haftanın 1. sayfasında öğrencilere “*Dörtgenler hakkında ne biliyorsunuz? Bildiğiniz özel dörtgenleri yazınız.*” sorusu yöneltilmiştir. Öğrenciler bildikleri dörtgenleri ve özelliklerini yazarak araştırmacıya göndermişlerdir. Daha sonra Matematik Hikâyeleri 3- Öklid Elementleri videosunun Youtube bağlantısı verilerek öğrencilere video izletilmiştir. 3. haftanın 1. sayfasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde yalnızca 6 öğrenci dörtgenlerin özelliklerine dair fikir belirtmişlerdir:

“Dört köşesi ve kenarı vardır.” (D15, D12)

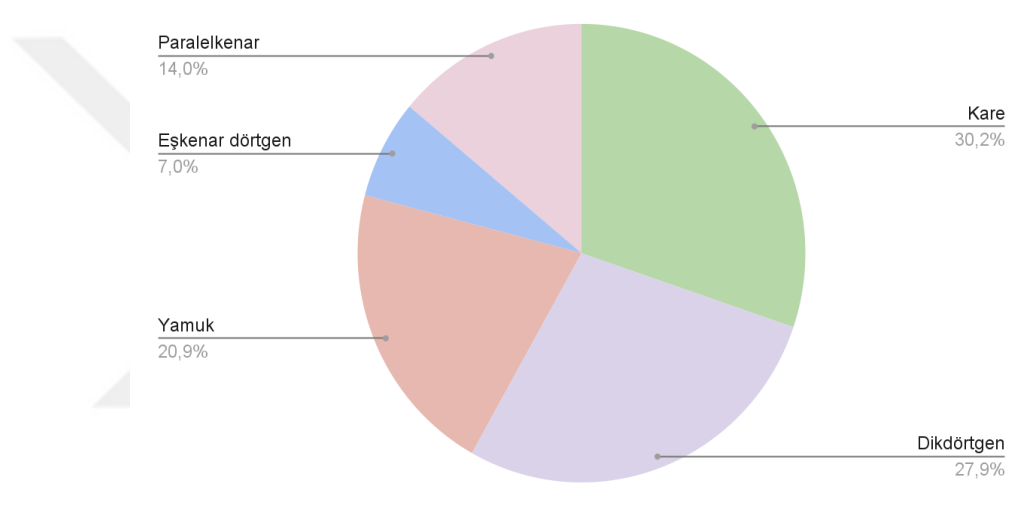
“Dört köşesi olan çokgen.” (D1)

“Dış açılar toplamı  $360^{\circ}$ .” (D6, D14)

“Dış açılar toplamı  $360^{\circ}$  ve iç açılar toplamı  $360^{\circ}$ .” (D16).

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, birçok öğrencinin dörtgenlerin özelliklerine dair en bilindik (dört kenarı-köşesi vardır) özellikleri dahi belirtmedikleri görülmüştür.

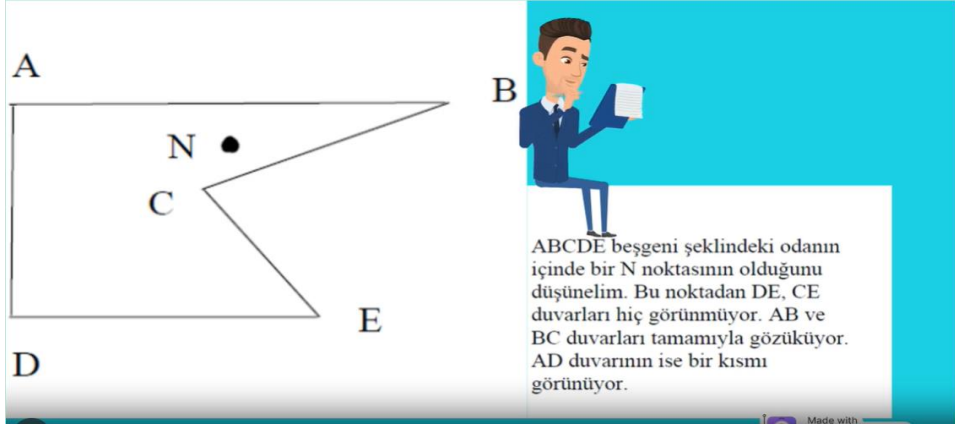
Öğrencilerin tümü özel dörtgenlere örnekler sunmuşlardır (Şekil 4.14):



Şekil 4.14. 3. hafta 1. sayfa etkinliklerinde öğrencilerin yazdığı dörtgen türlerinin dağılımı.

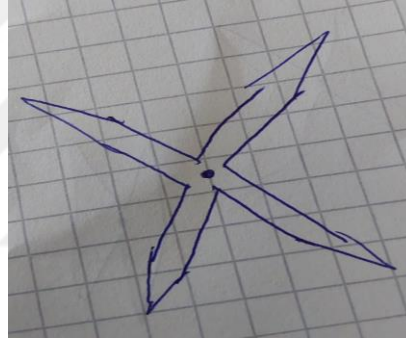
Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde %30,2 oranında kare, %27,9 oranında dikdörtgen, %20,9 oranında yamuk, %14 oranında paralelkenar, %7 oranında eşkenar dörtgen cevabı verdikleri görülmüştür. Ayrıca dörtgen yerine çokgen türlerinden beşgen, altıgen, sekizgen ve ongen cevapları veren öğrenciler de bulunmaktadır.

3. haftanın 2. sayfa etkinliklerinde öğrencilerden bir çokgen çizmeleri ve o çokgenin içine, hiçbir kenarı tam görmeyecek şekilde, bir nokta yerleştirmeleri istenmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerin oluşturulacak çokgeni belirlemeleri (G1), istenen şartın geçerli olduğu durumları belirlemeleri (G6), evrensel bir kural belirlemeleri (G10), sezgisel olarak çizim yapmaları (KY1), verilen örnekten yola çıkarak çözüme ulaşmaları (KY3) beklenmektedir. Aşağıda bu etkinliğe ait animasyondan alınmış bir görüntü (Şekil 4.15) bulunmaktadır:



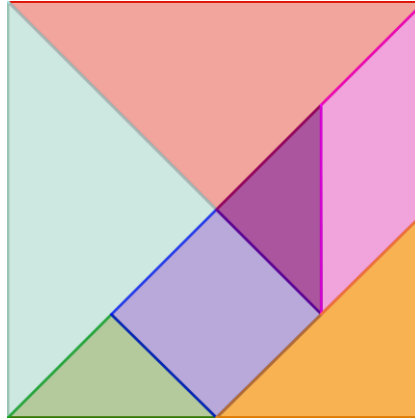
Şekil 4.15. 3. hafta 2. sayfadaki etkinliğe dair animasyondan bir görüntü.

Öğrenciler cevaplarını hızlıresim.com kullanarak araştırmacıya göndermişlerdir. Öğrencilerden yalnızca D4 kodlu öğrenci sezgilerini kullanarak (KY1) istenen şartlara yakın çizim yapabilmıştır (Şekil 4.16); ancak doğru çizimi yapamamıştır:



Şekil 4.16. 3. hafta sayfa 2'deki etkinliğe dair D4 kodlu öğrencinin cevabı.

3. haftanın 3. sayfa etkinliklerinde öğrencilere tangram (Şekil 4.17) kullanılarak oluşturulmuş bir kare verilmiş ve bu kare ile ilgili sorular sorulmuştur.



Şekil 4.17. 3. hafta 3. sayfadaki etkinliğe dair bir görüntü.

İlk olarak öğrencilere verilen tangramdan sarı üçgen çıkarılırsa çevre ve alanın nasıl değişeceği sorulmuştur. İkinci soruda, verilen tangramdan mor dörtgen çıkarılırsa çevre ve alanın nasıl değişeceği sorulmuştur. Her iki soruda öğrencilerden şeklin alt şekillerinin farkına vararak ilişkilendirme yapmaları (İ5), çözüm hakkında kural oluşturmaları (G10), karenin bazı özelliklerini değiştirme yoluyla keşfetme ve yansıtmaları (KY4), karenin son hali hakkında fikir sunmaları (KY7) beklenmektedir. Birinci soruya verilen cevaplar incelenerek Tablo 4.34 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.34.** 3. hafta 3. sayfada bulunan 1. soruya dair öğrenci cevaplarının frekans tablosu.

Öğrenci cevabı	Frekans	Yüzde
Alan ve çevresi değişmez	-	-
Alanı azalır, çevresi değişmez.	5	%31,25
Çevresi azalır, alanı değişmez.	-	-
Alanı ve çevresi azalır.	11	%68,75

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde büyük bir çoğunluğun alanın ve çevrenin azaldığı doğru cevabını verdiği görülmüştür.

2. soruya verilen cevaplar incelenerek Tablo 4.35 oluşturulmuştur:

**Tablo 4.35.** 3. hafta 3. sayfada bulunan 2. soruya dair öğrenci cevaplarının frekans tablosu.

Öğrenci cevabı	Frekans	Yüzde
Alan ve çevresi değişmez	4	%25
Alanı azalır, çevresi değişmez.	5	%31,25
Çevresi azalır, alanı değişmez.	4	%25
Alanı ve çevresi azalır.	3	%18,75

Tablo incelendiğinde *alanı azalır, çevresi değişmez* doğru cevabını veren 5 öğrenci olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin birçoğunun yanlış yaptığını göstermektedir. Öğrencilerin bu iki soruya verdikleri cevapların gerekçeleri şöyledir:

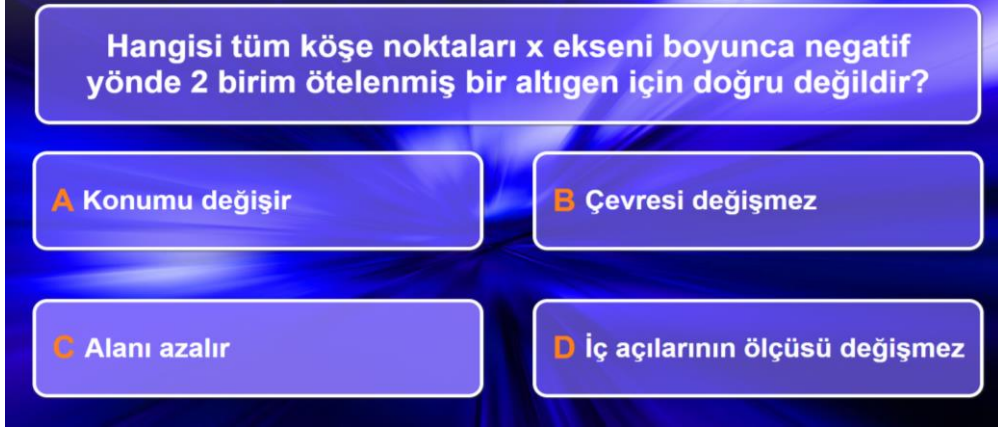
Sorulara doğru cevap ve gerekçeyi sunan öğrenciler D3, D5, D8 ve D11 kodlu öğrencilerdir. D5 kodlu öğrenci “1. soruda üçgen parça kadar alanı azalır ve üçgenin dış kenarları toplamı dik açısının karşısındaki kenardan uzundur ve çıkarıldığında çevre azalır. 2. soruda bir karenin alanı kadar azalır, dörtgen ortada olduğundan çevresi değişmez” şeklindeki gerekçesinde karenin alt şekillerinin farkına vararak ilişkilendirme yapma (İ5), dik üçgenin kenar uzunluklarını göz önünde bulundurma (G1), alan ve çevreye dair kural oluşturma (G10) ve karenin bazı özelliklerini değiştirme veya değişiklikleri göz önünde bulundurma yoluyla keşfetme ve yansıtma (KY4) alışkanlığı kullanmıştır. D3, D8 ve D11 kodlu öğrenciler “1. şekildeki üçgen köşede olduğundan çevre ve alan değişir, 2. şekilde ortada olduğundan yalnızca alan değişir” şeklindeki gerekçeleri ile İ5, G10 ve KY4 kodlu ZGA kullanmışlardır. D10 kodlu öğrenci ise “Çünkü mor kareyi çıkarırsak iç bozulur alan azalır; diğerinde köşe gidiyor ikisi de azalır.” şeklindeki gerekçesi ile İ5, G10 ve KY4 kodlu ZGA kullanmıştır.

Soruya yanlış- kısmen doğru cevabı veren öğrencilerin yanıtları da incelenmiştir. D6 kodlu öğrenci gerekçesini “Sarı üçgeni çıkarırsak şekil bozulur diğerinde (mor dörtgen) hiçbir şey olmaz” şeklinde belirterek bir durum, bir koşul ya da bir geometrik şeklin bazı özelliklerini değiştirme veya değişiklikleri göz önünde bulundurma yoluyla keşfetme ve yansıtması (KY4) geometrik zihin alışkanlığını kullanmıştır. D15 kodlu öğrenci ise “Dörtgen ortada olduğundan fark etmez” şeklinde (G10) gerekçe bildirmiştir.

D1 ve D4 kodlu öğrenciler cevaplarını “Bir parça çıkınca hem alan hem çevre azalır” şeklinde gerekçelendirerek bir kural oluşturmuşlardır (G10). Ayrıca daha fazla parça-daha fazla alan (çevre) düşüncesi ile daha fazla A daha fazla B sezgisel kuralını kullanmışlardır.

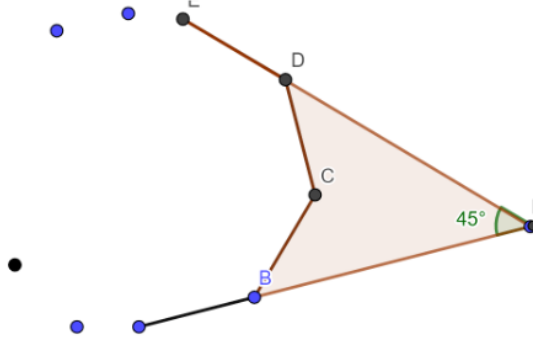
3. haftanın 4. sayfa etkinliklerinde öğrencilere Tangram oynamaları için bir bağlantı linki sunulmuştur.

5. sayfada öğrencilerden Learningapps üzerinden araştırmacı tarafından oluşturulmuş bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Oyun *Kim Milyoner Olmak İster* formatında tasarlanmış ve çokgenler-dörtgenlere dair 6 soruyu içermektedir. Aşağıda uygulamaya dair Şekil 4.18 bulunmaktadır:



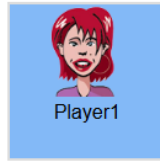
Şekil 4.18: 3. hafta 5. sayfadaki etkinliğe dair bir soru görüntüsü.

3. haftanın 6. sayfa etkinliklerinde öğrencilere Learningapps üzerinden bir tahmin oyunu araştırmacı tarafından tasarlanmıştır (Şekil 4.19). Oyun 5 sorudan oluşmakta olup cevaba en yakın tahmini yazan öğrenci puan kazanmaktadır. Oyun bilgisayara karşı ya da arkadaşlarla oynanabilmektedir.

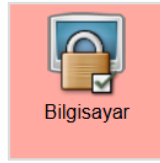


Resimdeki düzgün çokgenin kenar sayısını bulunuz.

Senin tahminin:



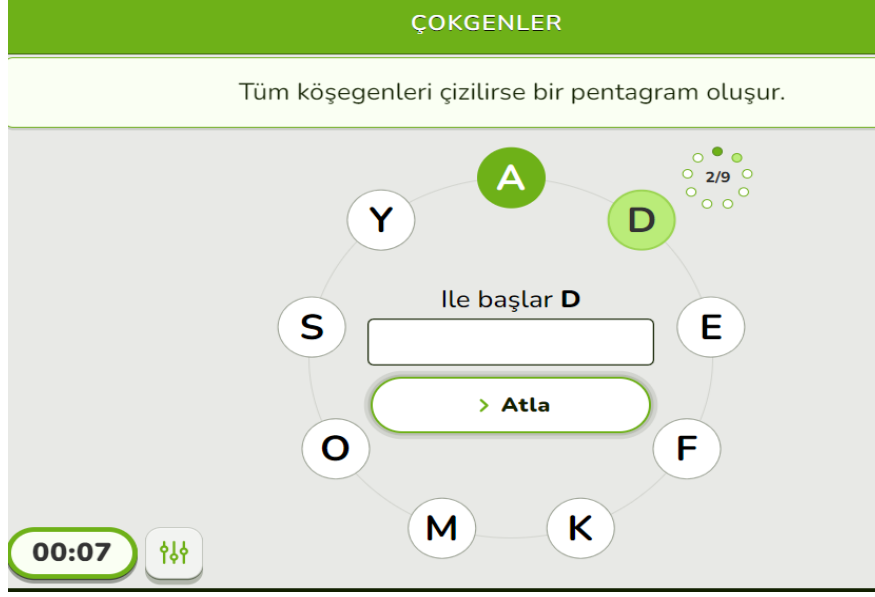
Puanlar: 0



Puanlar: 1

Şekil 4.19: 3. hafta 6. sayfadaki etkinliğe dair bir görüntüsü.

3. haftanın 7. sayfa etkinliklerinde öğrencilere Educaplay üzerinden araştırmacı tarafından tasarlanan bir alfabe oyunu uygulanmıştır (Şekil 4.20). Oyun 9 sorudan oluşmakta olup verilen harf ile başlayan ifadeyi bulmaya dayanmaktadır.



Şekil 4.20. 3. hafta 7. sayfadaki etkinliğe dair bir soru görüntüsü.

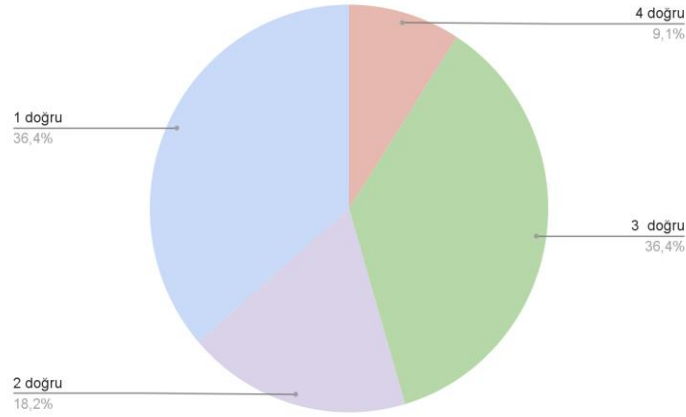
3. haftanın 8. sayfa etkinliklerinde öğrencilere Kahoot üzerinden bir bilgi yarışması hazırlanmıştır. Bilgi yarışma çokgenler ve dörtgenlere dair 6 sorudan oluşmaktadır. Sorulara tanınan toplam süre 2 dk 20 sn'dir. Sorulardan bir tanesi doğru- yanlış türünde, diğerleri ise çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. Aşağıda 3. haftada yapılan Kahoot yarışmasından bir soru (Şekil 4.21) sunulmuştur:



Şekil 4.21. 3. hafta Kahoot etkinliğine dair bir soru görüntüsü.

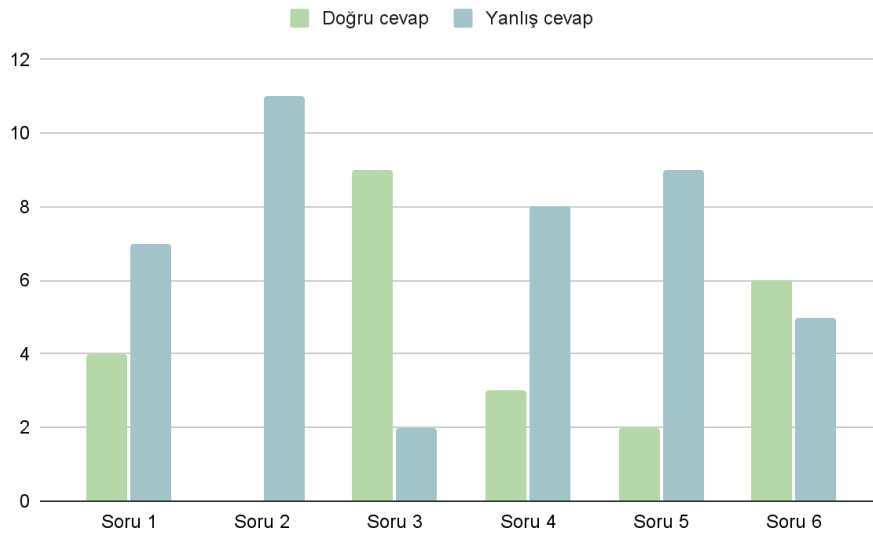
Öğrencilerin bilgi yarışmasındaki sorulara doğru cevap verme yüzdesi %36'dır. Yarışma D5 kodlu öğrenci 1., D14 kodlu öğrenci 2. ve D3 kodlu öğrenci 3. olmuştur. Yarışmada

en fazla 4 soruya doğru cevap verilmiştir. Sorulara verilen doğru cevapların yüzdesi Şekil 4.22’de sunulmuştur.



Şekil 4.22. Öğrencilerin 3. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru cevap sayılarının dağılımı.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.23) en fazla doğru cevap sayısının 3. soruya ait olduğu görülmektedir. Bu soru doğru- yanlış tipindeki tek sorudur. 6. soruda da doğru cevap veren sayısı yanlış cevap veren öğrenci sayısından fazladır. 2. soruya ise hiçbir öğrenci doğru cevap verememiştir. Bu soru “Bir çokgenin kenar sayısı arttıkça iç açılar toplamı....., dış açılar toplamı.....” şeklindeki sorudur. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bu soruya “artar-artar” şeklinde cevap vererek daha fazla A- daha fazla B sezgisel kuralı kullanmışlardır.



Şekil 4.23. Öğrencilerin 3. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

3. haftada öğrencilerin sürece uyum sağladığı, sorulara verdikleri cevaplarda genellikle gerekçe de sundukları ve ZGA'yı daha etkin kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler bazı sorularda sezgisel kurallar da kullanmışlardır. Ancak dersin sonunda yapılan Kahoot yarışmasında öğrencilerin doğru cevap verme oranı yetersiz görülmüştür.

3. hafta 9. sayfada öğrencilerden yapılan uygulamalar ile ilgili görüşlerini bildirecekleri yansıtıcı günlük formu doldurmaları istenmiştir. Yansıtıcı günlük form 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevapları Tablo 4.36’da sunulmuştur:

**Tablo 4.36.** 3. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Beğeni	11
	Eğlenceli	3
	Verimlilik	3
	<b>Toplam</b>	<b>17</b>

Öğrencilerin birçoğunun uygulamaya dair beğeni ifadeleri kullandığı görülmüştür. Ayrıca uygulamanın eğlenceli ve verimli olduğunu belirtmişlerdir.

D8: “*Mükemmeldi, akılda kalıcıydı.*”

D12: “*Oyunlar bilgi vericiydi.*”

Yansıtıcı günlük formunun 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevapları Tablo 4.37’de sunulmuştur:

**Tablo 4.37.** 3. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Oyunlar	12
	Etkinlikler	2
	Her şey	2
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, uygulama sürecinde en çok oyunları beğendikleri görülmüştür.

Yansıtıcı günlük formunun 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığımız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevapları Tablo 4.38’de sunulmuştur:

**Tablo 4.38.** 3. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Zorluklar</b>	Zorluk yaşamadım	9
	Sorular	3
	Ses	1
	İnternet	1
	<b>Toplam</b>	<b>14</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte zorluk yaşamadığını belirtmiştir. Öğrencilerden sesin şiddetinden, internet hızından ve sorulardan kaynaklı zorluk yaşadığını belirten öğrenciler bulunmaktadır.

Yansıtıcı günlük formunun 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin cevapları Tablo 4.39’da sunulmuştur:

**Tablo 4.39.** 3. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Yoktur	10
	Oyunlar	5
	İnternet	1
	Süre kısıtlılığı	1
	<b>Toplam</b>	<b>17</b>

Öğrencilerin birçoğu süreçte değiştirmek istediği bir durum olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerden bazıları oyunların geliştirilmesi gerektiğini belirtirken bazı öğrenciler de daha fazla oyuna ihtiyaç olduğunu belirtmiştir:

D4: *“Daha çok oyun oynasak iyi olur.”*

D10: *“Kahoot, biraz daha geliştirilmeli. Ve tangramlar da.”*

D6 kodlu öğrenci sürenin etkinlikler için az olduğunu belirtmiştir: *“Zaman azlığı, daha fazla zaman gerek.”*

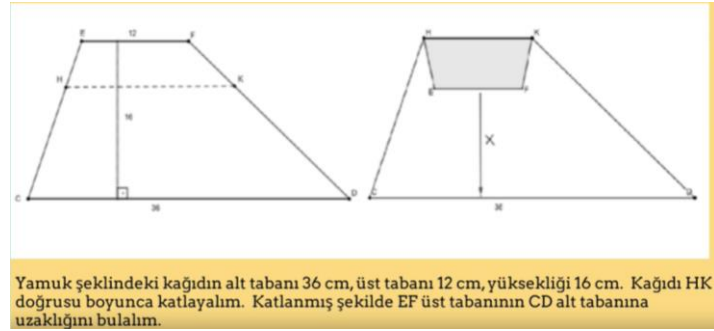
Öğrencilerin 3. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun süreçten memnun kaldığı ve değiştirmek istediği bir şeyin olmadığı görülmüştür. Bunun yanında öğrenciler oyunların artırılmasına dair görüş bildirmişlerdir.

#### **4.2.4.4. 4. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

4. hafta *Yamuk* konusunun işlendiği haftadır. 4. haftanın 1. sayfasında öğrencilere origami kavramı hakkında bilgi verilerek derse giriş yapılmıştır. Öğrencilere origami yoluyla kare kâğıttan yamuk elde etme yöntemi hakkında bilgi verilerek yamuk özel dörtgenine dikkat çekilmiştir.

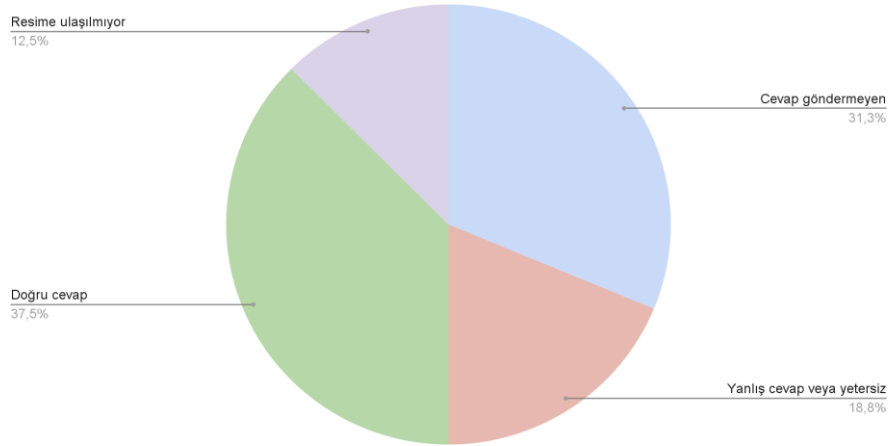
4. haftanın 2. sayfasında öğrencilere yamuk ile ilgili bir problem içeren animasyon izletilmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerden yamuğun içinde alt şekil oluşturmaları (İ6), orantısal muhakeme yapmaları (İ8), benzerlik durumunu fark etmeleri (G1), benzerlik kuralları kullanmaları (G9), dinamik düşünceleri (DA1), dönüşümün etkilerini incelemeleri (DA2,

DA6, DA8), çizimler yaparak keşfetmeleri (KY1, KY2) beklenmektedir. Animasyona dair Şekil 4.24 aşağıda sunulmuştur:



Şekil 4.24. 4. hafta 2. sayfadaki etkinliğe dair animasyondan bir görüntü.

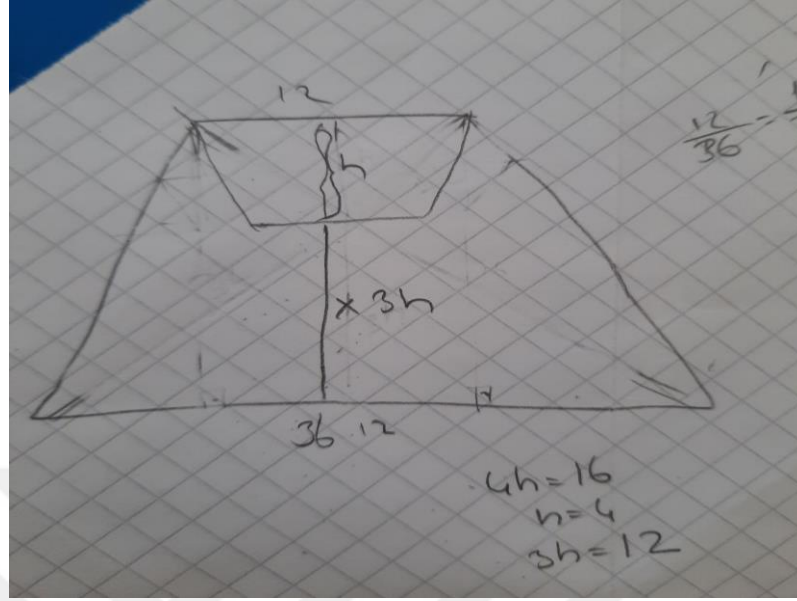
Öğrenciler soruya verdikleri cevapları hızlıresim.com aracılığıyla araştırmacıya göndermişlerdir. Hızlıresim.com'dan indirilen resimler incelendiğinde, soruya dair resim gönderen öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru yanıt verdiği görülmüştür. Soruya verilen cevaplara dair daire grafiği Şekil 4.25'te sunulmuştur:



Şekil 4.25. Öğrencilerin 4. hafta 2. sayfa etkinliğine verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrencilerin 2. sayfadaki etkinliğe verdikleri cevaplar incelendiğinde doğru cevap veren öğrenci oranının %37,5 olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu soruya dair fikir sahibi olmadığından cevap gönderememiş ya da yanlış cevap vermiştir. Öğrencilerin verdikleri doğru cevaplar incelendiğinde ise D1, D3, D5, D7, D10, D13 kodlu öğrencilerin benzerlik oranını kullanarak çözüme ulaştığı görülmektedir. Bu öğrenciler bir geometrik şeklin içindeki alt şekilleri oluşturma yoluyla şeklin parçalarını ilişkilendirme (İ6), orantısal muhakeme yapma (İ8), statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla (DA1) ve bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla (DA2)

değişmezleri araştırma alışkanlıklarını kullanmışlardır. D5 kodlu öğrencinin verdiği doğru yanıtı dair resim Şekil 4.26'da sunulmuştur:



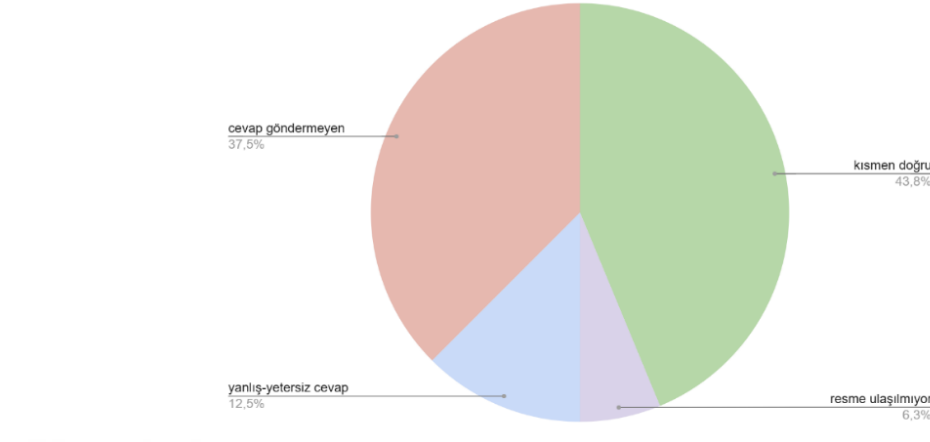
Şekil 4.26. D5 kodlu öğrencinin 4. hafta 2. sayfa etkinliğine verdiği doğru yanıt.

4 hafta 3. etkinliğinde öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanmış dijital hikâye kitabının (Şekil 4.27) bağlantısı verilmiştir. Öğrenciler bağlantıya tıklayarak dijital hikâyeyi okumuş ve hikâyedeki probleme dair cevapları hızlıresim.com aracılığıyla araştırmacıya göndermişlerdir. Etkinlikte öğrencilerden altıgeni yamuk parçalarıyla ilişkilendirmeleri (İ5), yamuk ile ilgili özel durumları fark etmeleri (G1), alan ve çevre hesabı yapmaları (G9) beklenmektedir.



Şekil 4.27. 4. hafta Etkinlik 3'te kullanılan dijital hikâye kitabından bir görüntü.

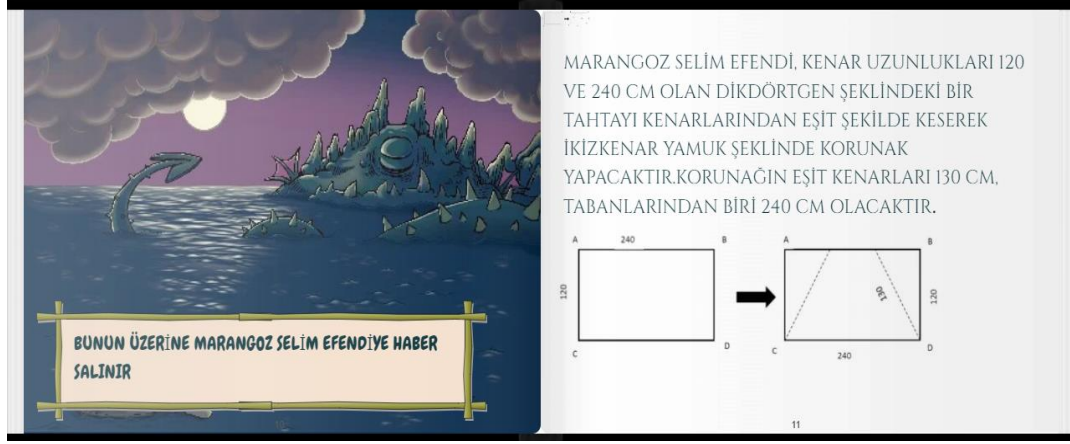
Öğrencilerin 4. sayfadaki Etkinlik 3'e verdiği cevapların frekansı Şekil 4.28'te verilmiştir:



Şekil 4.28. Öğrencilerin 4. hafta 3. sayfa etkinliğine verdikleri cevapların dağılımı.

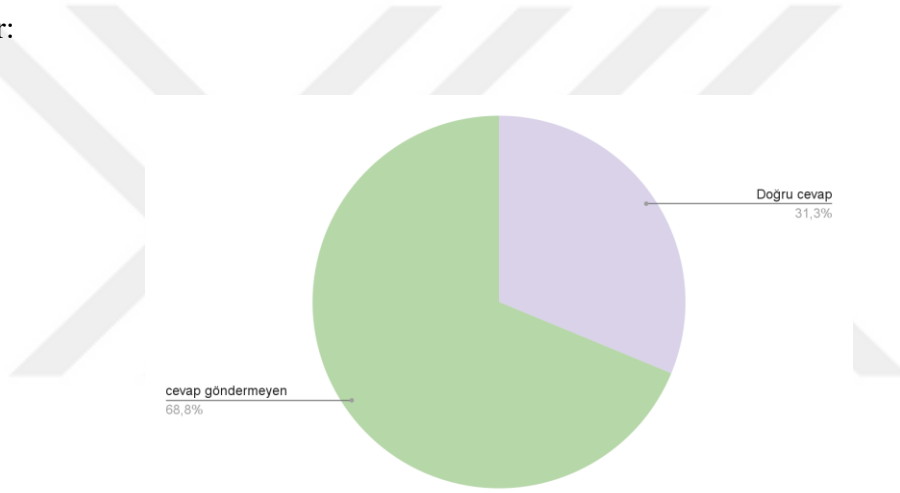
Şekil 4.28 incelendiğinde hiçbir öğrencinin soruya doğru yanıt veremediği görülmüştür. D1, D2, D3, D5, D10, D11 kodlu öğrenciler oluşan altıgenin bir kenarını bulmuş,  $30^\circ$ -  $60^\circ$ -  $90^\circ$  üçgeninin özelliklerini kullanmış ancak altıgen parçaların çevrelerini hesaplayamamışlardır. Öğrenciler düzgün altıgenin içinde bulunan alt şekillerin farkına varma ve bunları ilişkilendirme (İ5), konuyla ilişkili özel durumları göz önünde bulundurma yoluyla genelleme (G1) alışkanlıklarını kullanmışlardır. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (%37,5) cevap göndermemiş veya yanlış-yetersiz cevap (%12,5) sunmuştur.

4. hafta 4. etkinliğinde öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanmış dijital hikâye kitabının bağlantısı verilmiştir. Öğrenciler bağlantıya tıklayarak dijital hikâyeyi okumuş ve hikâyedeki probleme dair cevapları hızlıresim.com aracılığıyla araştırmacıya göndermişlerdir. Bu etkinlikte öğrencilerden dikdörtgeni yamukla ilişkilendirmeleri (İ5), simetriden yararlanmaları (İ8), Pisagor teoremini kullanmaları (G1), statik düşünmeleri (DA1), değişikliklerin etkilerini gözlemlemeleri (KY3) beklenmektedir. Etkinliğe dair görüntü Şekil 4.29'da sunulmuştur:



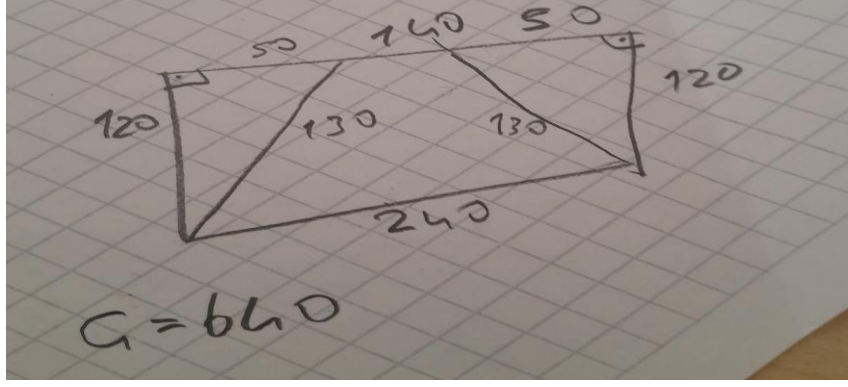
Şekil 4.29. 4. hafta Etkinlik 4'te kullanılan dijital hikâye kitabından bir görüntü.

Öğrencilerin 4. haftadaki etkinliğe dair yanıtları Şekil 4.30'da grafik olarak sunulmuştur:



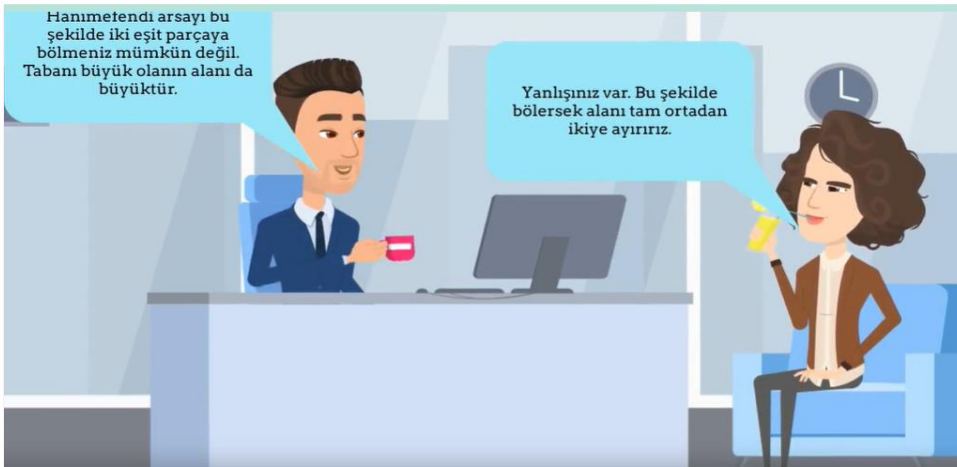
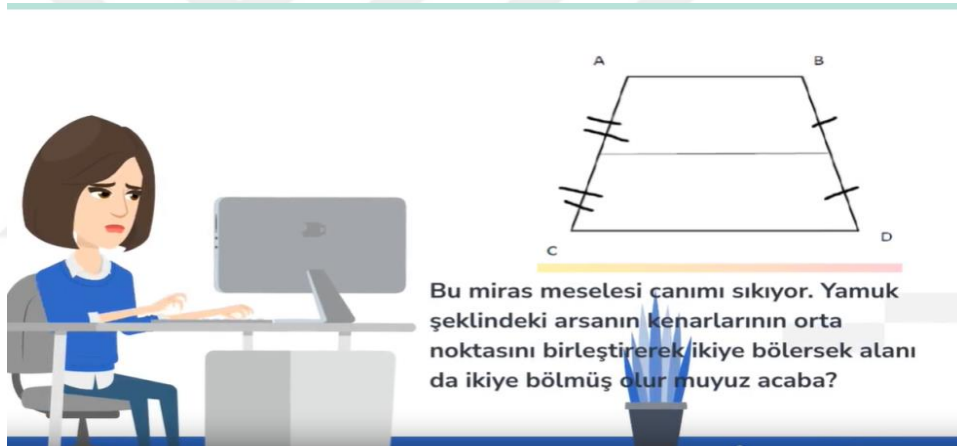
Şekil 4.30. Öğrencilerin 4. hafta 4. sayfa etkinliğine verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde yalnızca D1, D3, D5, D10, D11 (Şekil 4.31) kodlu öğrencilerin probleme dair yanıt sundukları ve bu yanıtların doğru olduğu görülmüştür. Öğrenciler ikizkenar yamuk ile dikdörtgeni ilişkilendirmiş ve 5-12-13 özel üçgenini kullanarak ikizkenar yamuğun çevresini hesaplamışlardır. Öğrenciler dikdörtgenin içinde bulunan yamuğun ve üçgenlerin farkına varma ve bunları ilişkilendirme (İ5), konuyla ilişkili özel durumları göz önünde bulundurma yoluyla genelleme (G1) alışkanlıklarını kullanmışlardır.



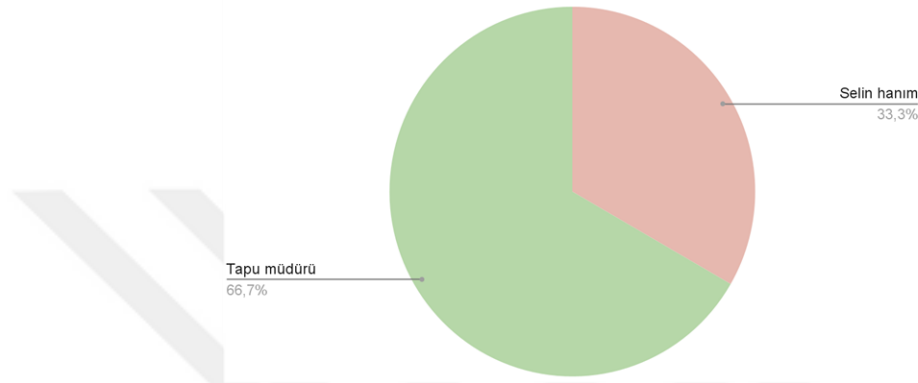
Şekil 4.31. 4. hafta 4. sayfa etkinliğine dair D11 kodlu öğrencinin doğru yanıtı.

4. hafta 5. sayfada Etkinlik 4 kullanılarak öğrencilere yamuğun kenar orta noktalarını birleştiren doğru parçasının yamuğun alanını iki eşit parçaya bölüp bölmeyeceğine dair görüşleri araştırmacı tarafından oluşturulan formlar ile toplanmıştır. Etkinlik 4'e dair görüntüler Şekil 4.32'de sunulmuştur:



Şekil 4.32. 4. hafta 5. sayfadaki etkinliğe dair animasyondan bir görüntü.

Bu etkinlikte öğrencilerin eşit kenar- eşit alan şeklindeki bir düşünceyle aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanmaları olasıdır. Ayrıca yamuğun iki parçaya ayrıldığını fark edip bunları ilişkilendirmeleri (İ5), bu parçalar arasında orantısal muhakeme yapmaları (İ8), yamuğun özel bir yamuk olması durumunu irdelemeleri (G1, G2), evrensel kural kullanabilmeleri (G9), yamuğun ikiye bölünmesi durumunu incelemeleri (DA1), kesme durumunda nelerin değişeceğini ve değişmeyeceğini belirtmeleri (DA2, DA6, DA8, KY4), sezgileri ile yorum yapmaları (KY1) beklenmiştir.



Şekil 4.33. Öğrencilerin 4. hafta 5. sayfadaki etkinliğe dair cevaplarının dağılımı.

Etkinlik 4'e dair soruyu öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun (D3, D4, D5, D9, D10, D11, D12, D13, D15, D16) doğru yanıtladığı Şekil 4.33'te görülmüştür. Öğrencilerin doğru yanıtları incelendiğinde, D3, D5, D9, D10, D11, D13, D15 kodlu öğrenciler yamuğun iki parçasını ilişkilendirerek (İ5), yamuğun alanının alt ve üst taban uzunluğuna bağlı olduğu kuralını kullanarak (G9) doğru çözüme ulaşmışlardır. D4, D12, D16 kodlu öğrenciler ise ilişkilendirme (İ5) sürecinin yanında sezgisel olarak (KY1) doğru sonuca ulaşmışlardır. D12 ve D16 kodlu öğrenciler ise özel durumun ötesinde boyuna bölerek eşit alanın sağlanabileceğini belirtmişlerdir (G2, G10):

D5: *“Tapu müdürü haklı, çünkü alan alt üst tabana bağlıdır.”*

D11: *“Tapucu çünkü alt ve üst kenarlar birbirine eşit değil.”*

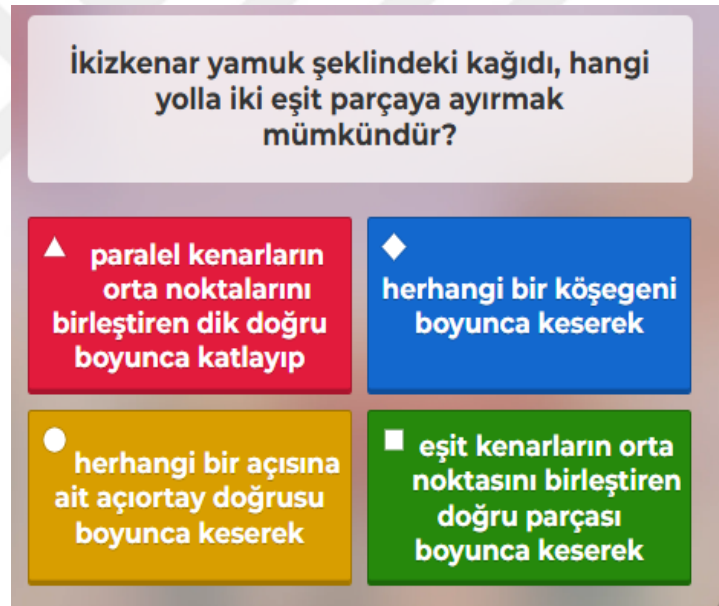
D12: *“Aşağıdan yukarıya doğru inceleyerek yamulduğu için ortadan ikiye bölündüğünde biri küçük biri büyük iki parça olur, avukat haklı. Ortadan ikiye bölünürse (boyuna) eşit olabilir.”*

D2, D6, D7, D8, D14 kodlu öğrenciler ise Selin Hanım'ı haklı bularak yanlış cevabı vermişlerdir. Ancak cevaplarına geçerli bir gerekçe sunmamışlardır:

D7: “Selin Hanım haklı çünkü yamuğu ortadan bölersek iki eş parça olur”

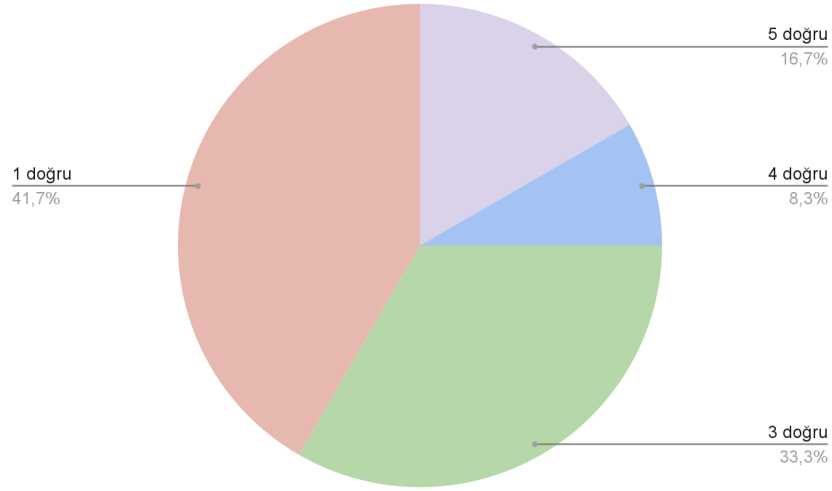
4. hafta 6. sayfada öğrencilere yamuğun alanı ile ilgili bir sanal manipülatif bağlantısı sunulmuştur (<https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Area-of-Trapezoids/>). “Area of Trapezoids” isimli sanal manipülatif yoluyla alt ve üst taban uzunluklarının ve yüksekliğin yamuğun alanına etkisini gözlemlemek mümkündür. “Area of Trapezoids” tüm bu değişkenlerin tek tek değiştirilerek alanın otomatik olarak hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

4. hafta 7. sayfada öğrencilerin Yamuk kavramına dair öğrenme sürecini değerlendirmek adına Kahoot uygulamasından bir bilgi yarışması hazırlanmıştır. Yarışmada 7 soru bulunmaktadır. Bunlardan 2si doğru-yanlış tipinde, diğerleri çoktan seçmeli sorulardır. Yarışmaya atanan süre 5 dakikadır. 4. haftaya dair Kahoot’tan bir görüntü Şekil 4.34’te sunulmuştur:



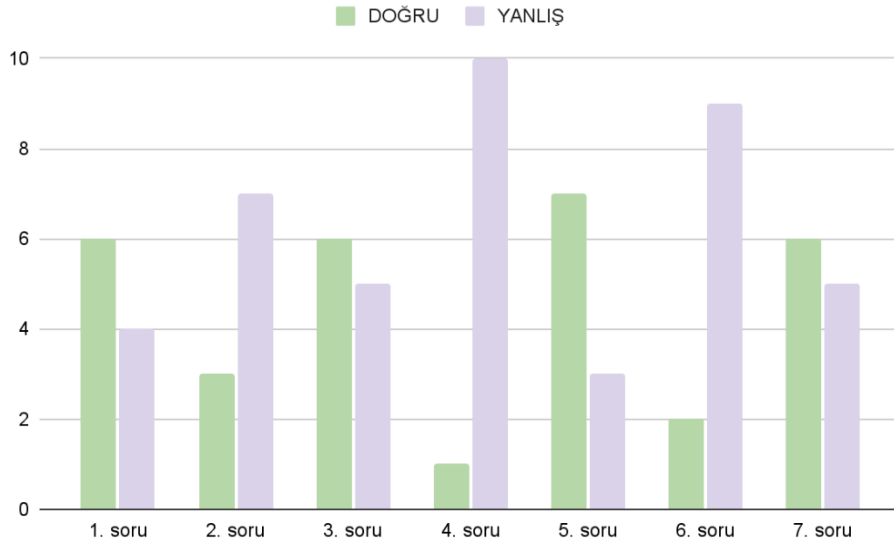
Şekil 4.34. 4. hafta Kahoot etkinliğine dair bir soru görüntüsü.

Öğrencilerin sorulara doğru yanıt verme oranı %37’dir. Yarışmada en fazla 5 doğru yanıt verilmiştir. Yarışmanın sonucunda D4 ve D5 kodlu öğrenciler 5 doğru yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin doğru yanıt oranları şu şekildedir (Şekil 4.35):



Şekil 4.35. Öğrencilerin 4. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanıtlarının dağılımı.

Öğrencilerin 4. haftadaki Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri doğru- yanlış cevap sayıları Şekil 4.36’da verilmiştir:



Şekil 4.36. Öğrencilerin 4. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar incelendiğinde, en fazla doğru yanıtın 5. soruya verildiği görülmüştür (Şekil 4.36). 5. soru “*Yamukta köşegenlerin ayırdığı üçgensel bölgelerin, karşılıklı olarak, alanları çarpımı eşittir.*” şeklinde ifade edilen bir doğru-yanlış sorusudur. Öğrenciler 1., 3. ve 7. sorularda da ortalamanın üzerinde başarı göstermiştir. Öğrenciler 2., 4., 6. sorularda ortalamanın altında başarı göstermişlerdir. En az doğru yanıt verilen soru ise 4. sorudur. 4. soru “*Yalnızca kenar uzunlukları verilen aşağıdakilerden hangisinin alanı*

*bulunamaz?”* şeklinde ifade edilmiştir. Öğrencilerin nerdeyse tamamı bu soruya ikizkenar veya dik yamuk cevabını vermişlerdir.

4. hafta etkinliklerinde öğrencilerin ZGA kullanımının önceki haftalara göre artış gösterirken sezgisel kural kullanımının azaldığı görülmüştür.

4. hafta 8. sayfada öğrencilere sürece dair yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kodları Tablo 4.40’ta sunulmuştur.

**Tablo 4.40.** 4. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Sürece Dair Düşünceler	Beğeni	8
	Eğitici/öğretici	5
	Olumsuz tutum	2
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin yarısından çoğu süreçten memnun olduğunu belirtmiştir. Derse karşı olumsuz görüş bildiren öğrenciler de bulunmaktadır:

D8: *“Hiç beğenmedim, bunun kadar sıkıcı ve boş bir ders görmedim.”*

Dersin eğitici-öğretici yönüne odaklanan öğrenciler de vardır:

D3: *“Her geçen gün yeni bilgiler öğreniyorum.”*

D13: *“Zorlu bir konuydu ama eğitici kitaplarda problemler çözdük.”*

Yansıtıcı günlük formu 2. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kodları Tablo 4.41’de sunulmuştur:

**Tablo 4.41.** 4. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Oyunlar	5
	Yok	3
	Dijital hikâyeler	2
	Videolar	2
	İnternet hızı	2
	Hepsi	2
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrenciler süreçte en çok oyunları beğenmişlerdir. Bunun yanında dijital hikâyeleri, videoları ve tüm uygulamaları beğendiğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır.

Yansıtıcı günlük formu 3. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kodları Tablo 4.42’de sunulmuştur.

**Tablo 4.42.** 4. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Zorluklar</b>	Zorluk yaşamadım	7
	Sorular	3
	İnternet	3
	Karmaşıklık	2
	Videolar	1
	<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Öğrencilerin neredeyse yarısı süreçte zorluk yaşamadığını belirtmiştir. İnternette hızından, sorulardan, videolardan ve sitenin karmaşıklığından hoşnut olmadığını belirten öğrenciler de bulunmaktadır:

D8: “Her şey oradan oraya attı bizi, telefonda fazladan 3 sekme açmak zorunda kaldım.” (karmaşıklık)

Yansıtıcı günlük formu 4. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kodları Tablo 4.43’te sunulmuştur:

**Tablo 4.43.** 4. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Değiştirilmesi İstenenler	İnternet sorunu çözülmeli	2
	Daha çok oyun	1
	Her şey değişmeli	1
	Yok	11
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin çoğunluğu süreçte değiştirmek istediği bir durum olmadığını belirtmiştir. Bazı öğrenciler internet sorununun düzeltilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

D10: “İnternet sorunu düzeltilmeli. Kahoot oyunu sorunlu.”

D8 kodlu öğrenci ise her şeyin düzeltilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu öğrenci sürecin karmaşıklığını eleştiren öğrencidir. Bu durum öğrencinin bu soruya verdiği yanıt ile bir önceki soruya verdiği yanıtın birbirini tamamladığını göstermektedir.

D5 ve D10 kodlu öğrenciler de süreçte beğendikleri bir durum olmadığını belirtmişlerdir. Bu öğrenciler ayrıca internetin düzeltilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu durum internette yaşanan kopmaların öğrencilerin sürece olan tutumuna etki ettiğinin bir göstergesidir.

Öğrencilerin 4. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun süreçten memnun kaldığı ve değiştirmek istediği bir şeyin olmadığını görülmüştür.

#### 4.2.4.5. 5. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar

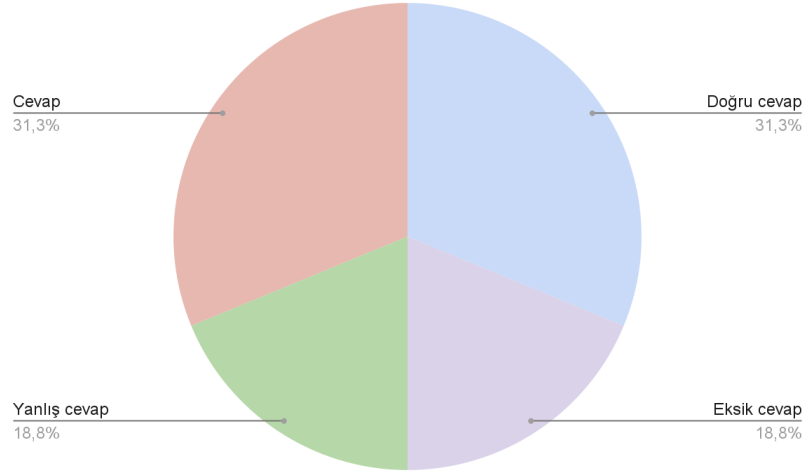
5. hafta *Paralelkenar* konusunun işlendiği haftadır. 5. hafta 1. sayfadaki etkinlik öğrencilerin “özdeş parçalı mozaik” kavramı üzerinden özdeş parçalı dörtgenlere dikkat çekmek üzere oluşturulmuştur. Bu sayfada öğrencilerden özdeş parçalı paralelkenarlar oluşturulması istenmiş ve öğrenciler cevaplarını kâğıda çizerek uygulamacıya göstermiştir. Bu etkinlik bir dikkat çekme etkinliği olduğundan değerlendirme sürecine dahil edilmemiştir.

5. hafta 2. sayfa animasyon şeklinde hazırlanmış Etkinlik 1’i içermektedir. Bu etkinlikte, öğrencilerden belli bir oranda büyültülen/küçültülen geometrik nesnelere dair muhakeme (DA2, DA8, G3) ve genelleme yapmaları (G5) beklenmektedir. Ayrıca iki şeklin alanlarını karşılaştırmaları (İ4), orantısal muhakeme yapmaları (İ8), özel üçgeni fark etmeleri (G1), Pisagor teoremi kullanmaları (G9), çizim yapmaları (KY1) beklenmektedir. Etkinlik 1’e dair görüntü Şekil 4.37’de verilmiştir:



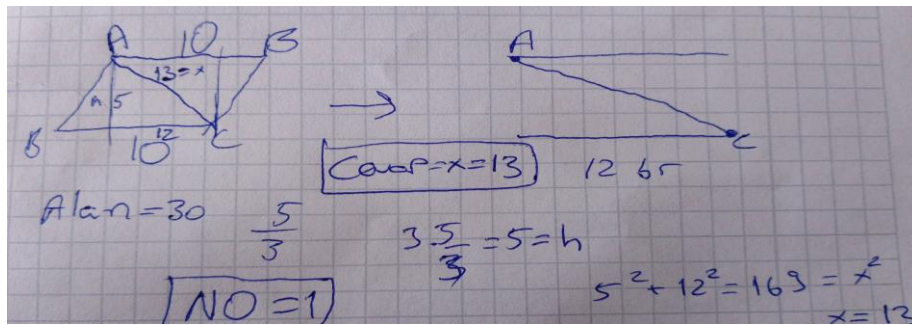
Şekil 4.37. 5. hafta 2. sayfadaki etkinliğe dair animasyondan bir görüntü.

Öğrenciler cevaplarını hızlıresim.com adresine yükleyerek bağlantıları araştırmacıya göndermişlerdir. Öğrencilerin Etkinlik 1’ e verdikleri cevapların dağılımı şu şekildedir (Şekil 4.38):

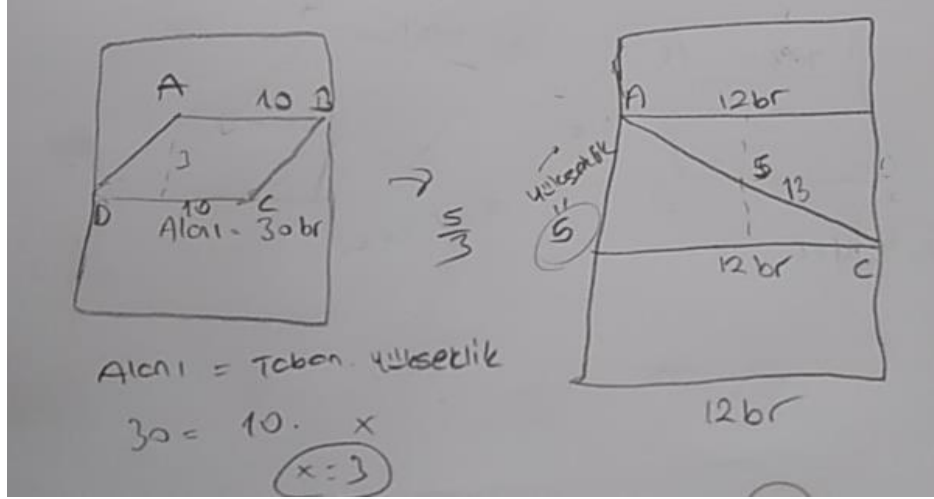


**Şekil 4.38.** 5. hafta Etkinlik 1'e dair öğrenci cevaplarının dağılımı.

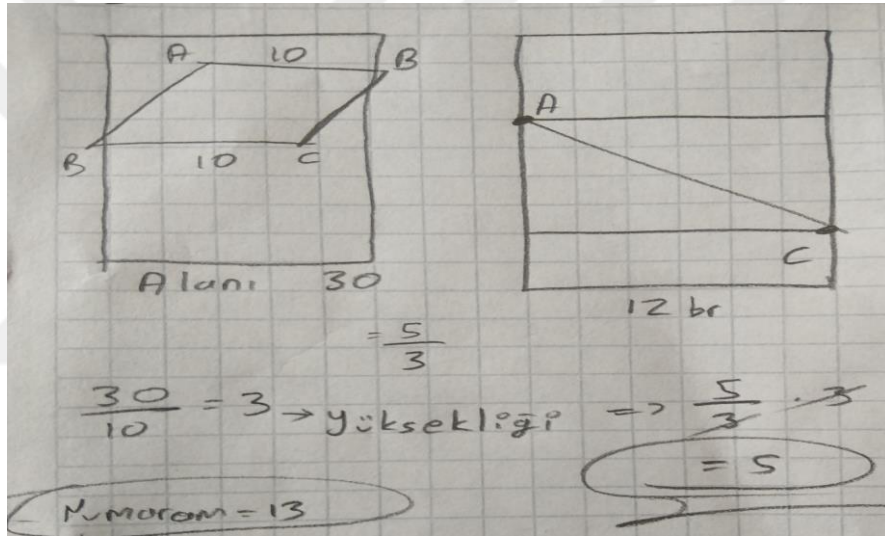
Öğrencilerin Etkinlik 1'e verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin yalnızca %31,3'ünün doğru cevap, %18,8'inin ise eksik cevap verdiği (Şekil 4.33) görülmektedir. D6 ve D9 kodlu öğrencilerin iki şeklin alanlarını karşılaştırdığı (İ4), alan formülü yardımıyla yüksekliği hesaplayabildiği (G9) görülmüştür. D1 (Şekil 4.39) ve D5 kodlu öğrenciler iki şeklin alanlarını karşılaştırmış (İ4), orantısal muhakeme yapmış (İ8), dik üçgeni fark etmiş (G1), Pisagor teoremi kullanmış (G9), çizim yaparak (KY1) doğru sonuca ulaşmışlardır. D2 (Şekil 4.40), D3 ve D4 kodlu öğrenciler iki şeklin alanlarını karşılaştırmış (İ4), orantısal muhakeme yapmış (İ8), özel üçgeni fark etmiş (G1), çizim yaparak (KY1) doğru sonuca ulaşmışlardır. D13 kodlu öğrencinin (Şekil 4.41) ise iki şeklin alanlarını karşılaştırdığı (İ4), alan formülü yardımıyla yüksekliği hesaplayabildiği (G9) ve orantısal muhakeme yoluyla (İ8) büyütülmüş şeklin yüksekliğini bulabildiği görülmüştür.



**Şekil 4.39.** D1 kodlu öğrencinin 5. hafta Etkinlik 1'e verdiği doğru yanıt.

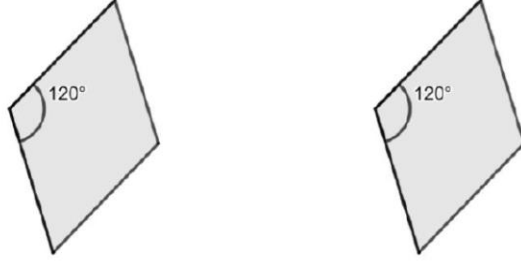


Şekil 4.40. D2 kodlu öğrencinin 5. hafta Etkinlik 1'e verdiği doğru yanıt.



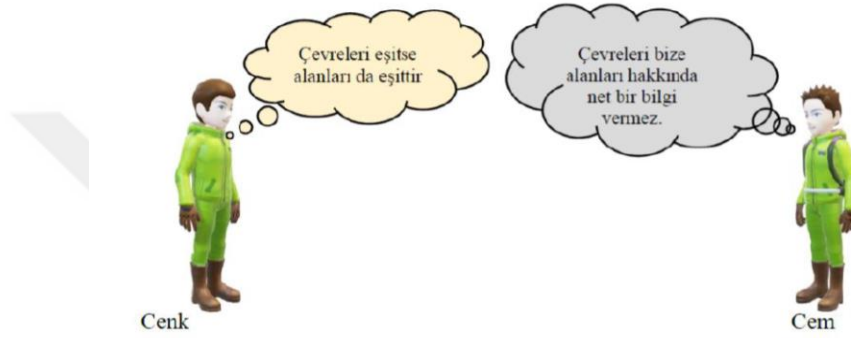
Şekil 4.41. D13 kodlu öğrencinin 5. hafta Etkinlik 1'e verdiği eksik yanıt.

5. hafta 3. sayfada bulunan Etkinlik 2'de öğrencilerden çevreleri aynı olan paralelkenarların alanlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Karikatür şeklinde düzenlenen (Şekil 4.42) etkinlikte öğrencilerden iki şeklin çevre ve alanlarını karşılaştırarak muhakeme yapmaları (İ4), çevrelerin eşit olması özel durumunu yorumlamaları (G1), geniş çerçevede bir kural oluşturmaları (G10), çözümleri hakkında varsayımlar oluşturmaları (KY8) beklenmektedir. Ayrıca bu etkinlikte öğrencilerin aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanması da mümkündür.



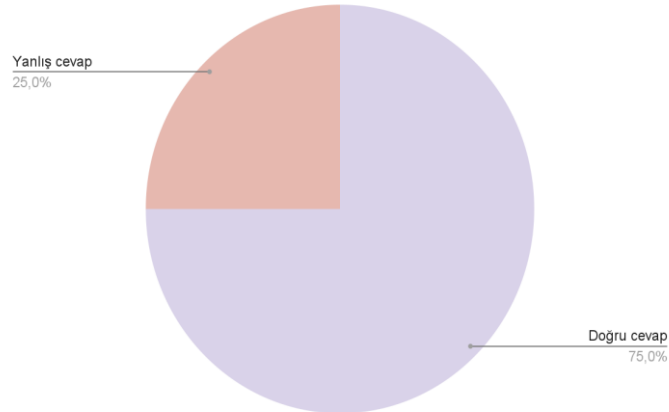
Yukarıda verilen iki paralelkenarın çevreleri eşittir. Alanları hakkında ne söylenebilir?

İkiz kardeşler Cenk ile Cem bu konuda fikirlerini belirtmişlerdir. Hangisine katılıyorsunuz?



Şekil 4.42. 5. hafta Etkinlik 2'ye dair karikatür.

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun Etkinlik 2'ye doğru cevap verdiği (Şekil 4.43) görülmektedir.



Şekil 4.43. Öğrencilerin 5. hafta Etkinlik 2'ye verdikleri doğru yanlış cevapların dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, doğru cevapların çoğunlukla doğru gerekçenin sunulamadığı sezgisel cevaplar olduğu görülmüştür. D2, D4, D7, D9, D13 ve D16 kodlu öğrenciler doğru gerekçeyi sunamadan sezgisel olarak (KY1) doğru cevabı sunmuşlardır. D5,

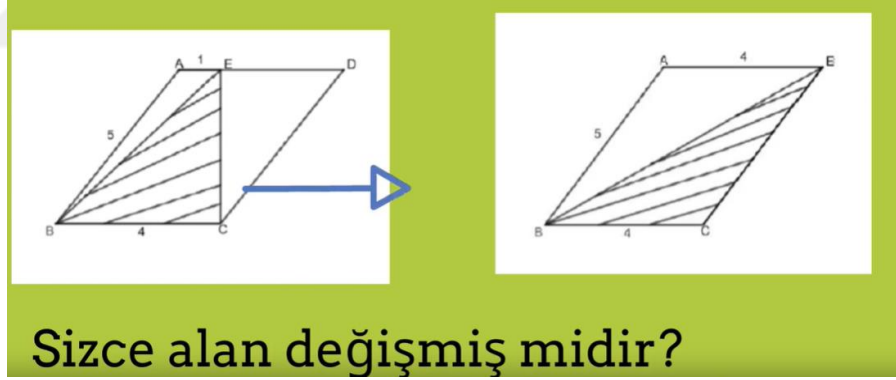
D10 ve D14 kodlu öğrenciler ise alanın sadece çevreyle değil aynı zamanda yükseklikle alakalı olduğunu (İ4, G10, KY8) belirtmişlerdir.

D5: “Cem çünkü paralelkenarın alanı hem kenar uzunluğuna hem yüksekliğe bağlıdır. Çevre bize net bilgi vermez.”

D14: “Cem’e katılıyorum çünkü yüksekliğe göre durum değişir.”

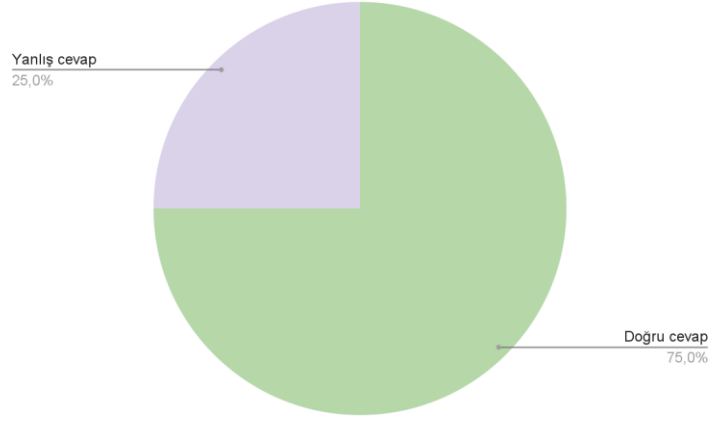
D1, D11, D12 ve D15 kodlu öğrenciler ise soruya yanlış cevap vermişlerdir. Bunlardan yalnızca D15 kodlu öğrenci “çevre eşitse alan da eşittir” şeklinde bir sezgisel kural kullanmıştır.

5. hafta 4. sayfada bulunan Etkinlik 3’teki problem öğrencilere animasyon yoluyla sunulmuştur. Etkinliğin amacı, paralelkenarın üzerindeki bir noktanın ötelenmesi ile noktanın köşelerle yaptığı üçgenin alanında bir değişim olup olmadığını araştırmaktır. Öğrencilerin bu etkinlikte, iki üçgenin alan özelliklerini karşılaştırmaları (İ2, İ4), öteleme durumunda nelerin değişeceğini, nelerin değişmeyeceğini (DA2, DA6, DA8, KY4) açıklamaları ve düşüncelerini genel bir kurala dönüştürmeleri (G10) beklenmektedir. Etkinlik 3’e dair görüntü Şekil 4.44’te verilmiştir:



Şekil 4.44. 5. hafta Etkinlik 3’e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin birçoğu Etkinlik 3’e doğru cevap vermişlerdir (Şekil 4.45):



Şekil 4.45. Öğrencilerin 5. hafta Etkinlik 3'e verdikleri doğru yanlış cevapların dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde D6, D10, D11, D12 kodlu öğrencilerin soruya yanlış cevap verdiği görülmektedir. Öğrenciler cevaplarına sezgisel gerekçeler sunmuşlardır:

D6: *“Değişiklik olur, alan uzunlukları filan da ona göre değişir.”*

D10: *“Alan değişir, çünkü dikkatli bakıldığında bir kenarı değişmiş. B-E arasındaki çizginin uzunluğu ile 1. resmin görseli arasında bir fark var.”*

Diğer tüm öğrenciler etkinlikteki soruyu doğru cevaplamışlardır. D5 kodlu öğrenci ötelenen şekilde taban ve yüksekliğin değişmeyeceğini, bu nedenle alanın da değişmeyeceğini (İ2, İ4, DA8, G10) belirtmiştir. D1, D2, D3, D4, D13, D16 kodlu öğrenciler ipin ötelenmesiyle alanın değişmeyeceğini (DA8), yalnızca ekilen bölgenin değişeceğini (DA2) belirtmişlerdir. Diğer öğrenciler ise gerekçe sunmamış veya sezgisel olarak çözüm yapmışlardır:

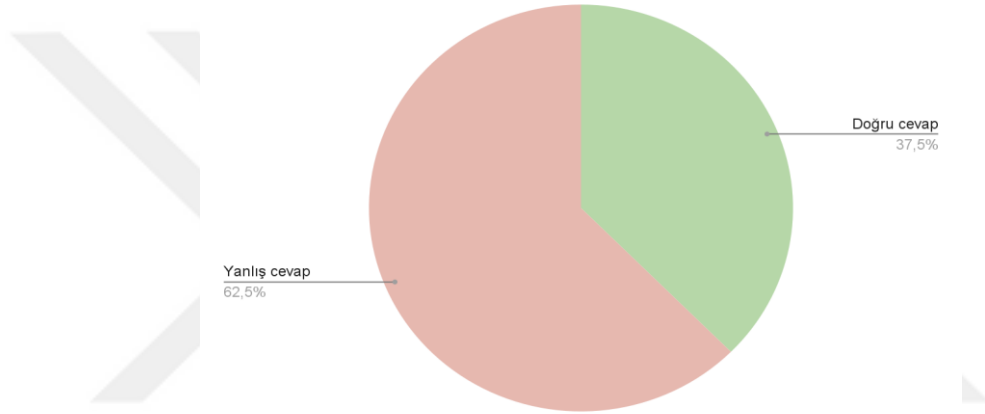
D2: *“Alanda değişiklik olmaz, çünkü alanı büyütüp ya da küçültmemiş, sadece biraz ötelemiş, konumu değişir; alanı değil.”*

D5: *“Hayır değişmez, çünkü üçgenin taban alanı ve yüksekliği hep aynı kalmaktadır bu yüzden alanları da aynı kalır.”*

5. hafta 5. sayfada bulunan Etkinlik 4'te VPC yaklaşımı kullanılmıştır. Öğrencilerden görselleştirme aşamasında iki paralelkenarı zihinlerinde canlandırmaları ve bu paralelkenarların kenar orta noktalarını işaretlediklerini düşünmeleri istenmiştir. Tahmin et aşamasında “Bu orta noktaların birleşiminden oluşan şekillerin alanları eşit ise paralelkenarın alanları hakkında ne söylenebilir?” sorusunun cevabını tahmin etmeleri istenmiştir. Kontrol et aşamasında ise öğrencilerden cevaplarını somut materyal, Geogebra veya kâğıt-kalem

kullanarak kontrol etmeleri istenmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerden iki paralelkenarın ortak olan ve olmayan özelliklerini keşfetmeleri (İ1, İ2, İ3), alanlarını karşılaştırmaları (İ4), paralelkenar içinde alt şekil oluşturmaları (İ6), alanları oranlamaları (İ8), kenar orta noktalara dikkat etmeleri (G1), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), dinamik düşünceleri (DA1), sezgisel ya da periyodik çizim yapmaları (KY1, KY2), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY4), oluşan şekli tahmin edebilmeleri (KY7), çözüm hakkında varsayımlar oluşturup test edebilmeleri (KY8) beklenmektedir.

Öğrencilerin Etkinlik 4'te oluşturdukları tahminlerin çoğunlukla yanlış olduğu Şekil 4.46'da görülmektedir:



Şekil 4.46. Öğrencilerin 5. hafta Etkinlik 4'te oluşturdukları doğru yanlış tahminlerinin dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde D2, D3, D4, D5, D13, D16 kodlu öğrencilerin tahminlerinin doğru olduğu görülmüştür. Ancak bu öğrenciler çoğunlukla paralelkenarların aynı olduğunu; bu nedenle çizdikleri alt şeklin de aynı alana sahip olacağını belirterek yanlış gerekçelendirmişlerdir (G7). Yalnızca D5 kodlu öğrenci bir kuralı uygulayarak (G9) doğru çözüm ve gerekçelendirmeyi sunmuştur (G10):

D5: “Evet eşittir, orta noktadan çizilen dörtgenin alanının 2 katı paralelkenarın alanına eşittir. İçte oluşan dörtgenler eşitse paralelkenarın alanları da eşittir.”

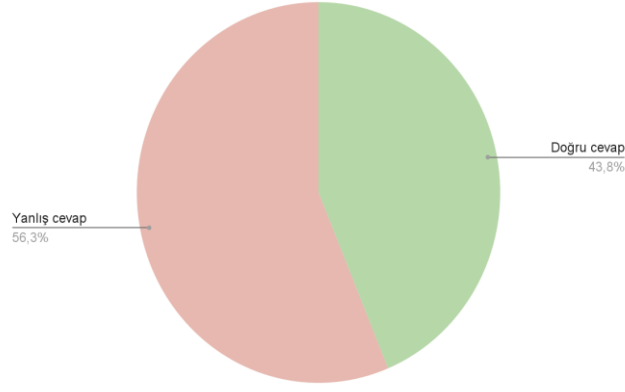
5. hafta 6. sayfada öğrencilere paralelkenarın alanıyla ilgili bir animasyon sunulmuştur. Öğrencilerden farklı oranlarda bölünmüş kenarların oluşturdukları dörtgenlerin alanlarını kıyaslamaları beklenmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerden iki dörtgenin alanlarını kıyaslamaları (İ4), orantısal muhakeme yapmaları (İ8), evrensel bir kural belirlemeleri (G10), çizim

yapmaları (KY1, KY2), çözüm hakkında varsayımlar oluşturup doğrulamaları (KY8) beklenmektedir. Bu animasyondan alınmış görüntüler Şekil 4.47’de verilmiştir:



Şekil 4.47. 5. hafta Etkinlik 5’e dair animasyondan görüntüler.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde yalnızca D1, D2, D3, D4, D5, D7, D8 kodlu öğrencilerin doğru cevabı verdiği görülmüştür (Şekil 4.48):



Şekil 4.48. Öğrencilerin 5. hafta Etkinlik 5'e verdikleri doğru yanlış cevapların dağılımı.

Etkinlikteki soruya doğru yanıt verenlerden yalnızca biri doğru gerekçelendirmeyi sunmuştur. D5 kodlu öğrenci kuralları kullanarak işlem yapmış (G9) ve doğru sonuca ulaşmıştır (Şekil 4.49):

$$1.) \quad h \cdot \frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{3}}{2} = h \cdot \frac{\frac{3}{12} + \frac{4}{12}}{2} = h \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{1}{2} = \frac{7}{24} \cdot h$$

$$2.) \quad h \cdot \frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{3}}{2} = h \cdot \frac{\frac{3}{12} + \frac{4}{12}}{2} = h \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{1}{2} = \frac{7}{24} \cdot h$$

Şekil 4.49. D5 kodlu öğrencinin Etkinlik 5'e verdiği doğru yanıt.

Soruya yanlış cevap veren öğrenciler ise çoğunlukla gerekçe sunmamış veya sezgisel bir açıklama yapmıştır (KY1):

D6: “Eşit değildir, parça sayısı farklıdır.”

D15: “İkisinde taralı alanları eşit değildir, birinde 4'e 8 biri 9'a 4”

5. hafta 7. sayfada öğrencilere paralelkenarın alanı ile ilgili bir sanal manipülatif bağlantısı sunulmuştur (<https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Area-of-Parallelograms/>). “Area of Parallelograms” isimli sanal manipülatif yoluyla taban uzunluğunun ve yüksekliğin paralelkenarın alanına etkisini gözlemlemek mümkündür. “Area of Parallelograms” tüm bu değişkenlerin tek tek değiştirilerek alanın otomatik olarak hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

5. hafta 8. sayfada öğrencilere bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Bu oyun Wordwall platformunda araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Oyunda dörtgenler, yamuk ve paralelkenar ile ilgili 7 soru bulunmaktadır. Çoktan seçmeli hazırlanan bu oyunda öğrencilerin kazanımları ne kadar edindiklerini fark etmeleri amaçlanmıştır. Her sorunun 30 saniye süresi vardır. Şekil 4.50’de örnek bir soru sunulmuştur:

Yandaki dörtgende verilmeyen alanı bulunuz.

A 12

B 24

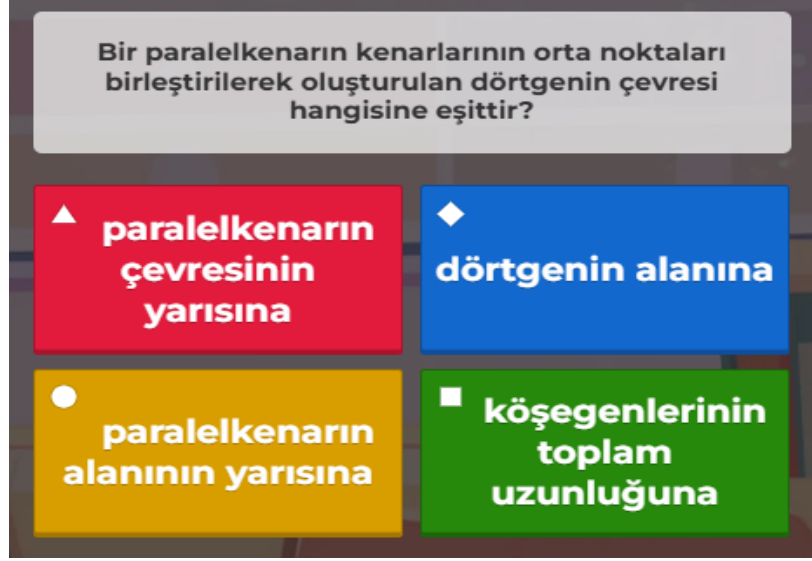
C 72

D 22

Şekil 4.50. 5. hafta Wordwall etkinliğinden bir soru görüntüsü.

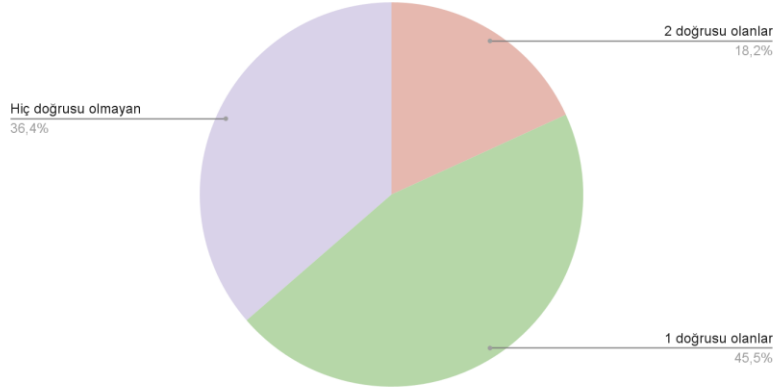
Wordwall’da hazırlanan bu etkinliğin amacı öğrencilerin bilgisini ölçmek değil; öğrencilerin kendi bilgilerini fark etmesini sağlamak olduğundan öğrencilerin tekrar tekrar oyuna girmelerine izin verilmiştir. Öğrenciler bu süreçte emin olamadıkları soruların cevabını keşfedebilmişlerdir.

5. hafta 9. sayfada paralelkenar kavramına dair öğrenme sürecini değerlendirmek adına Kahoot uygulamasından bir bilgi yarışması hazırlanmıştır. Yarışmada 5 soru bulunmaktadır. Bunlardan 1 tanesi doğru-yanlış tipinde, diğerleri çoktan seçmeli sorulardır. Yarışmaya atanan süre 4 dakika 50 saniyedir. 5. haftaya dair Kahoot’tan bir görüntü Şekil 4.51’de sunulmuştur:



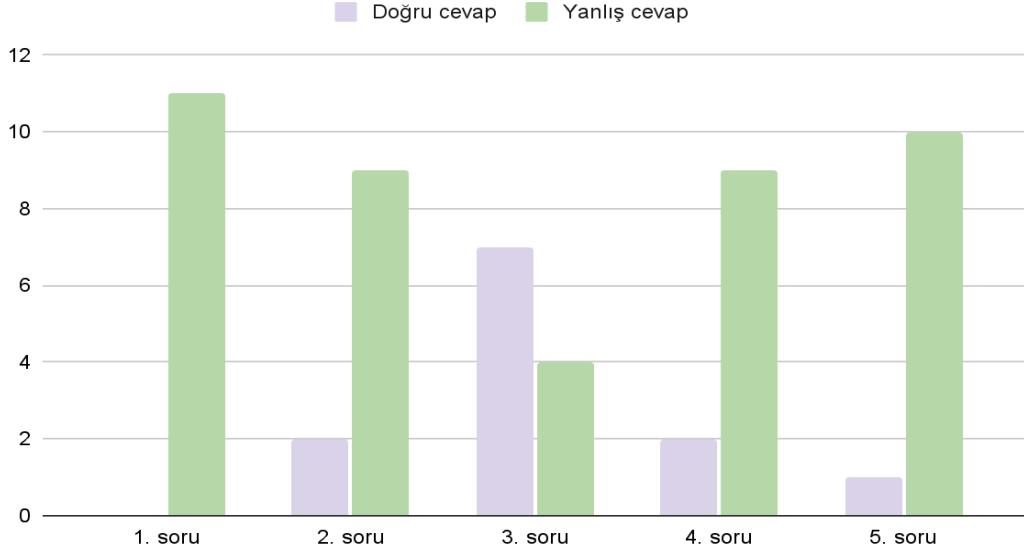
Şekil 4.51. 5. hafta Kahoot yarışmasına ait bir soru görüntüsü.

Öğrencilerin sorulara doğru yanıt verme oranı %22'dir. Yarışmada en fazla 2 doğru yanıt verilmiştir. Yarışmanın sonucunda D4 ve D13 kodlu öğrenciler 2 doğru yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin doğru yanıt oranları şu şekildedir (Şekil 4.52):



Şekil 4.52. Öğrencilerin 5. hafta Kahoot etkinliği doğru cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin 5. haftadaki Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri doğru- yanlış cevap sayıları Şekil 4.53'te verilmiştir:



**Şekil 4.53.** Öğrencilerin 5. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin sorulara verdikleri doğru-yanlış cevap sayıları (Şekil 4.53) incelendiğinde 1. soruya hiçbir öğrencinin doğru cevap veremediği görülmüştür. 1. soru “Çevre uzunlukları eşit ve köşelerindeki açıları eşit olan iki paralelkenarın alanları için ne söylenebilir?” şeklindeki bir çoktan seçmeli sorudur. Öğrencilerin birçoğu alanın da eşit olacağını belirtmiştir. Bu durum, öğrencilerin aynı A aynı B sezgisel kuralını kullandıklarının bir göstergesidir. 3. soru dışındaki tüm sorularda öğrencilerin yanlış cevap sayısı doğru cevap sayısından fazladır. Öğrenciler en fazla 3. soruya doğru yanıt vermişlerdir. 3. soru “Paralelkenar yamuk sınıfına girer ve özel bir yamuktur.” şeklindeki bir doğru-yanlış sorusudur.

5. hafta etkinliklerinde öğrencilerin doğru cevaplarına sundukları gerekçelerin çoğunlukla sezgisel olduğu ve ZGA’yı yeterli oranda kullanamadıkları görülmüştür.

5. hafta 10. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1.soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 4. 44’te kodlanmıştır:

**Tablo 4.44.** 5. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Sürece Dair Düşünceler	Beğeni	11
	Eğitici/öğretici	5
	Eğlenceli	3
	<b>Toplam</b>	<b>19</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçten memnun olduğunu belirtmişlerdir. Süreci eğlenceli ve eğitici-öğretici bulan öğrenciler de bulunmaktadır:

D1: *“Güzel ve kaliteli bir şekilde eğitim gördük.”*

D9: *“Geometri öğrenmemizi daha da kolaylaştırdı.”*

Yansıtıcı günlük formunun 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 4.45’te kodlanmıştır:

**Tablo 4.45.** 5. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Beğenilen Durumlar	Oyunlar	3
	Kahoot	3
	Videolar	3
	Her şey	2
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Kahoot yarışması, videolar, oyunlardan memnun olan öğrencilerin oranı aynıdır.

D2: *“Videolar güzeldi, anlamlıydı. Kolaydı. Soruları beğendim.”*

D14: *“Kahoot yarışması çok eğlenceliydi.”*

Yansıtıcı günlük formunun 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 4.46’da gösterilmiştir:

**Tablo 4.46.** 5. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Zorluk yaşamadım	10
	İnternet/bağlantı sorunları	2
<b>Zorluklar</b>	Sorular	2
	Her şey	1
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin birçoğu süreçte sorun yaşamadığını belirtmiştir. Birkaç öğrenci internet ve bağlantı sorunları yaşadığını belirtmiştir. Ayrıca soruları çözmekte zorlandığını belirten öğrenciler de olmuştur.

D16: “Geogebra’ya giremediğim için cevaplarıma bakamadım, linklere ve sitelere giremedim çoğunu cevaplayamadım.”

Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kodları Tablo 4.47’de sunulmuştur.

**Tablo 4.47.** 5. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Oyun	1
	Resim Linki	1
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Yoktur	13
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmiştir. Bir öğrenci daha fazla oyun talep ederken başka bir öğrenci hızlıresim.com'a resim yükleme sürecinin değiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

D2: “Videolardan sonra cevap için hızlıresim.com sitesine girmesek daha iyi olacak gibi.”

D15 kodlu öğrenci 2. Soruya verdiği cevapta süreçte her şeyden sorun yaşadığını belirtmiştir. Aynı öğrenci süreçte beğendiği hiçbir şeyin olmadığını belirtmiştir. Ancak öğrenci süreçte değiştirmek istediği bir şeyin olmadığını da belirtmiştir. Bu durum öğrencinin görüşlerinde tutarsızlık olduğunu göstermektedir.

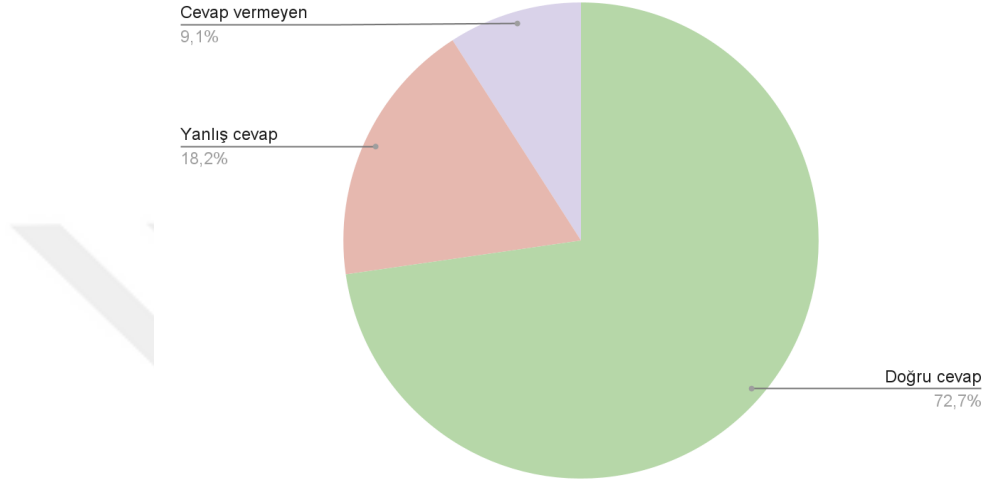
#### 4.2.4.6. 6. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar

6. hafta *Eşkenar Dörtgen* konusunun işlendiği haftadır. 6. hafta 1. sayfada animasyon kullanılarak öğrencilerden eşkenar dörtgenle ilgili bir problemin çözümü istenmiştir. Öğrencilerden çözüm sürecinde verilen dörtgeni eşkenar dörtgenin özellikleri ile ilişkilendirmeleri ve şeklin içinde dik üçgenler oluşturmaları (İ6), dik üçgenlerin simetrik olduğunu fark etmeleri (İ9), özel üçgeni fark etmeleri (G1), Pisagor Teoremi kullanmaları (G9), çizimler oluşturmaları (KY1) beklenmektedir. Animasyondan alınan bir görüntü Şekil 4.54'te sunulmuştur:



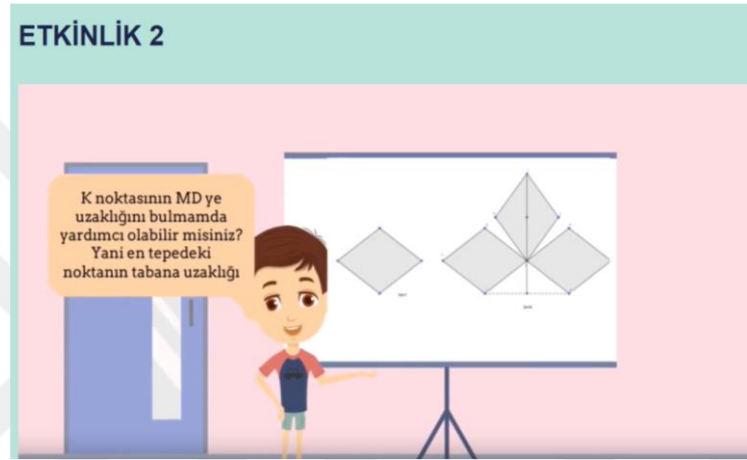
Şekil 4.54. 6. hafta Etkinlik 1'e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin Etkinlik 1'e verdikleri cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.55), öğrencilerin çoğunluğunun doğru cevap verdiği görülmüştür. D4 ve D5 kodlu öğrenciler dik üçgenler oluşturmuş (İ6), dik üçgenlerin simetrik olduğunu fark etmiş (İ9), özel üçgeni fark etmiş (G1), çizimler oluşturarak (KY1) doğru sonuca ulaşmışlardır. D1, D2, D6, D9, D10, D11, D12, D14 kodlu öğrenciler özel üçgeni fark etmiş (G1) ve çizimler oluşturarak doğru cevaba ulaşmışlardır (KY1); ancak köşegenlerin dikliğini belirtmemişlerdir.



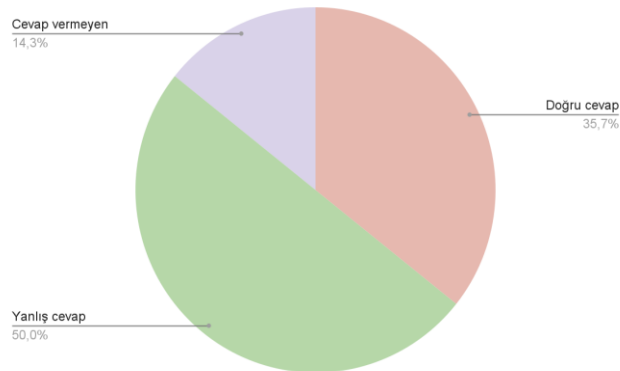
Şekil 4.55. 6. hafta Etkinlik 1'e öğrencilerin verdikleri yanıtların dağılımı.

6. hafta 2. sayfada animasyon kullanılarak öğrencilerden eşkenar dörtgenle ilgili bir problemin çözümü istenmiştir. Animasyondan bir görüntü Şekil 4.56'da verilmiştir:



Şekil 4.56. 6. hafta Etkinlik 2'ye dair animasyon görüntüleri.

Etkinlik 2'deki problemin çözümünde öğrencilerden eşkenar dörtgenlerin özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ2), şeklin içinde dik üçgenler oluşturmaları (İ6), eşkenar dörtgenlerin simetrik olduğunu fark etmeleri (İ9), özel üçgeni fark etmeleri (G1), Pisagor Teoremi kullanmaları (G9), çizimler oluşturmaları (KY1, KY2), büyük resme odaklanmaları (KY5) beklenmektedir.

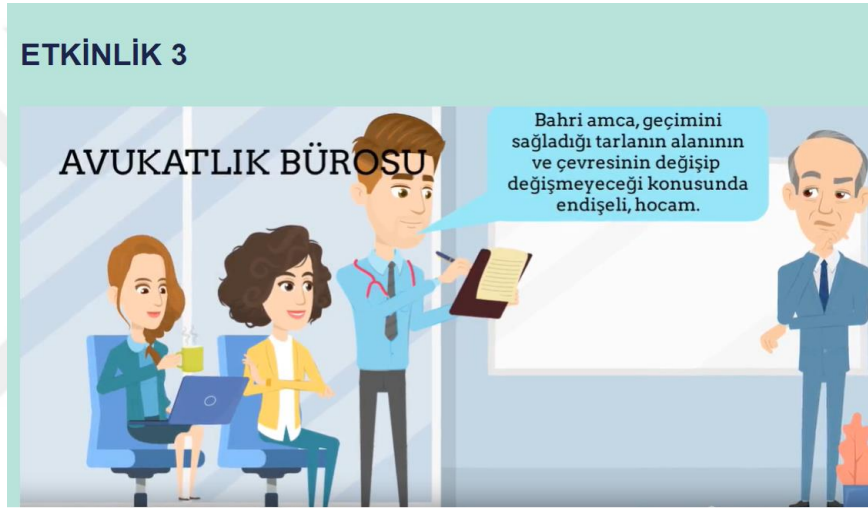
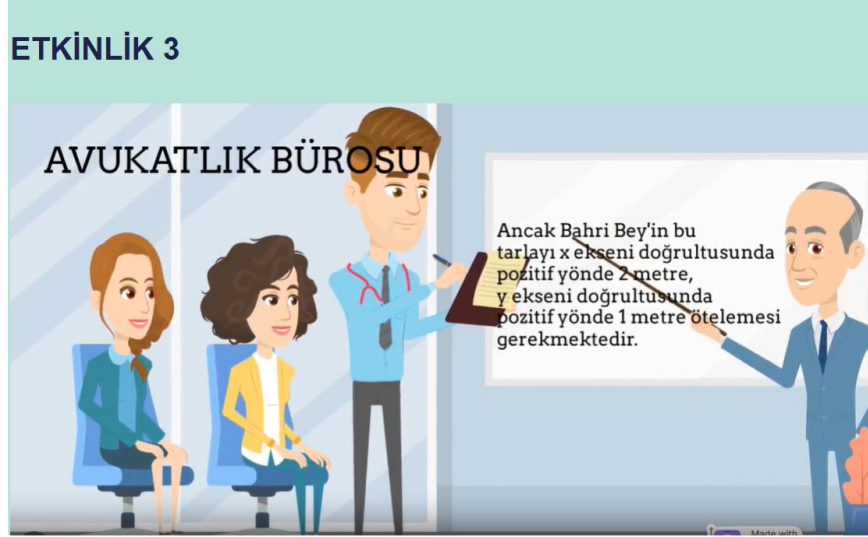


Şekil 4.57. Öğrencilerin 6. hafta Etkinlik 2'ye verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.57), yarısının yanlış cevap verdiği görülmüştür. D2, D4 ve D5 kodlu öğrenciler eşkenar dörtgenlerin özelliklerini ilişkilendirmiş (İ2), şeklin içinde dik üçgenler oluşturmuş (İ6), Pisagor Teoremi kullanmış (G9), çizimler oluşturarak (KY2) doğru sonuca ulaşmışlardır. D1 ve D11 kodlu öğrenciler ise sezgisel olarak çizimler oluşturarak (KY1) doğru sonuca ulaşmışlardır. D10 kodlu öğrenci sezgisel olarak çizimler oluşturarak (KY1, G7) yanlış bir sonuca ulaşmıştır. D14 kodlu öğrenci eşkenar dörtgenlerin özelliklerini ilişkilendirmiş (İ2), şeklin içinde dik üçgenler oluşturmuş (İ6), özel üçgenleri fark etmiş (G1), çizimler oluşturmuş (KY2) ancak yanlış sonuca ulaşmıştır (G7).

6. hafta 3. sayfada *Dikdörtgen* konusuna geçiş yapılmış ve dikkat çekmek için Altın Oran kavramına değinilmiştir. Altın oran açıklanmış, Youtube'dan bir video bağlantısı sunulmuş ve sanal manipülatif bağlantısı eklenmiştir (<https://tr.mathigon.org/course/fractals/sierpinski>). Bu bağlantı yoluyla öğrenciler eşkenar üçgen, kare ve düzgün beşgen şeklindeki nesnelerin  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  ve altın oran oranlarında 5000 kez bölme işlemi sonucunda oluşan şekilleri görebilmektedirler.

6. hafta 4. sayfada animasyon kullanılarak öğrencilerden dikdörtgenle ilgili bir problemin çözümü istenmiştir. Etkinlik 3 olarak adlandırılan etkinlikte bir dikdörtgenin köşe noktalarının ötelenmesiyle çevre ve alanında değişiklik olup olmayacağı öğrencilere sorulmaktadır. Öğrencilerin bu etkinlikte iki şeklin özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), öteleme sonucunda nelerin değişip nelerin değişmeyeceğini belirtmeleri (DA2, DA6, DA8), çizimler kullanmaları (KY1, KY2), ötelemenin sonucunu açıklamaları (KY4), oluşan şeklin neye benzediğini açıklamaları (KY7) beklenmektedir. Etkinlik 3'e dair bir görüntü Şekil 4.58'de verilmiştir:

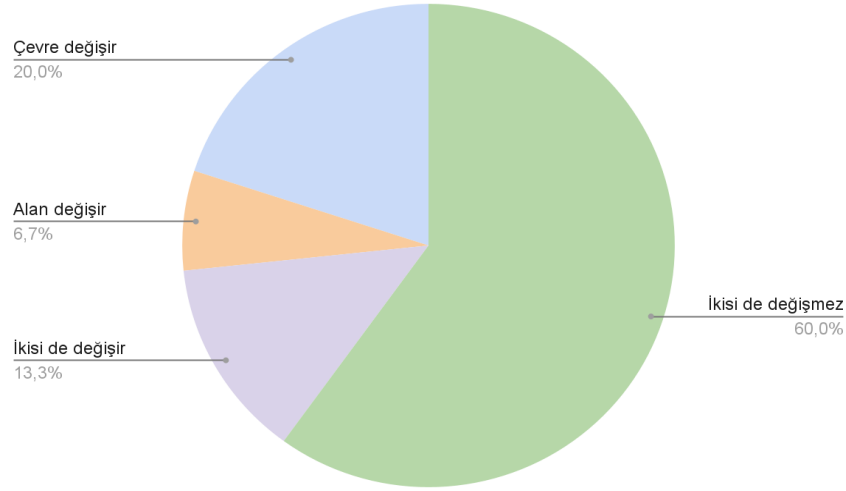


Şekil 4.58. 6. hafta Etkinlik 3'e dair animasyondan görüntüler.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde çoğunluğun doğru cevap verdiği görülmüştür. Yanlış cevap veren D1, D3, D6, D8, D12, D16 kodlu öğrenciler çözümlerine gerekçe sunmamışlardır:

D1: "Alan değişir, çevre değişmez"

D6: "Olur, çevre uzunluğu artar."



**Şekil 4.59.** Öğrencilerin 6. hafta Etkinlik 3'e verdikleri cevapların dağılımı.

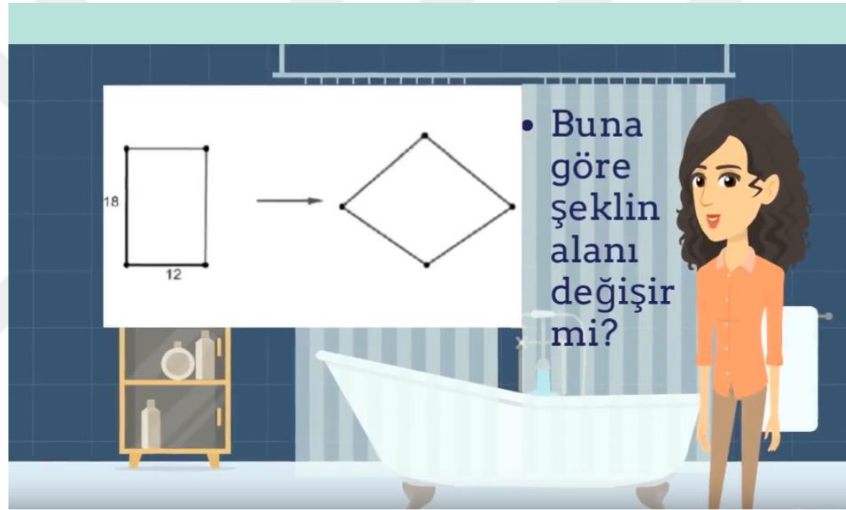
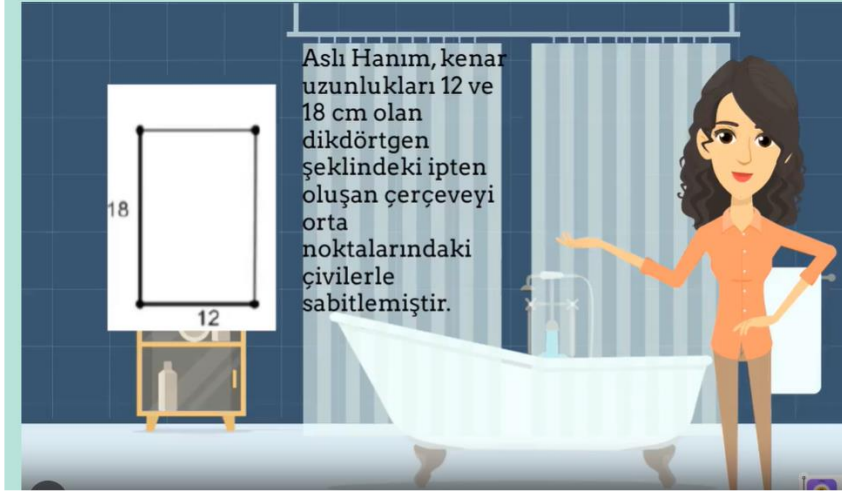
Öğrencilerin doğru cevapları incelendiğinde (Şekil 4.59), D2, D4, D5, D9 D10, D11 kodlu öğrencilerin ötelemenin sadece yer değiştirme olduğu; çevre ve alanı etkilemeyeceğini belirttikleri (DA2, DA6, DA8) görülmüştür. D10 kodlu öğrenci öteleme sonucunda çevre ve alanın değişimi ile ilgili genel bir ifade oluşturmuştur (G10):

D2: *“Hayır olmaz, çünkü sadece kaydırmış yani ötelemiş. Alan ve çevre değişmez, sadece konumu değişir tarlanın. Alan ve çevrenin değişmesi için ötelemeyip sadece olduğu yerde genişletirse, bu durumda alan ve çevre değişir ama böyle bir durum söz konusu değildir.”*

D10: *“Alanında ve çevresinde herhangi bir değişiklik olmaz. Öteleme yapılırken, çevresi ve alanı değişmez. Başka bir tabirle, dikdörtgen alınır ve sadece yeri değiştirilir. Ters, çapraz yerleştirilmez.”*

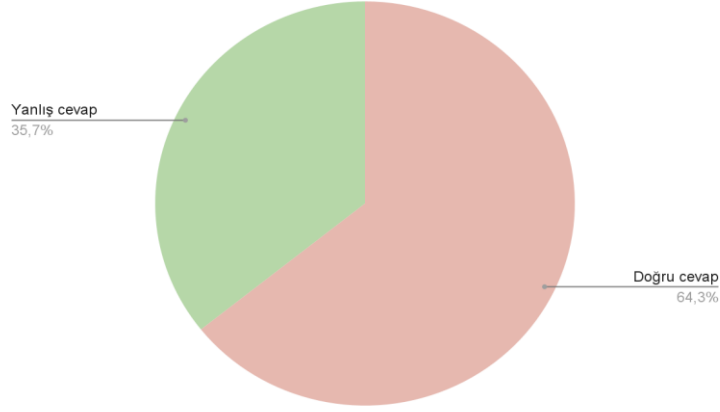
6. hafta 5. sayfada animasyon kullanılarak öğrencilerden dikdörtgenle ilgili bir problemin çözümü istenmiştir. Etkinlik 4 olarak adlandırılan etkinlikte birtakım değişiklikler sonucunda dikdörtgenin alanında değişim olup olmayacağı sorulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte iki şeklin özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), öteleme sonucunda nelerin değişip nelerin değişmeyeceğini belirtmeleri (DA2, DA6, DA8), çizimler kullanmaları (KY1, KY2), ötelemenin sonucunu açıklamaları (KY4), oluşan şeklin neye benzediğini açıklamaları (KY7) beklenmektedir. Animasyona dair görüntüler Şekil 4.60'ta verilmiştir:

## ETKİNLİK 4



Şekil 4.60. 6. hafta Etkinlik 4'e dair animasyondan görüntüler.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.61) çoğunluğun doğru cevap verdiği görülmüştür. D7, D14 kodlu öğrenciler yanlış cevaplarına bir gerekçe belirtmemişlerdir. D9 kodlu öğrenci ötelemenin alanı değiştirmeyeceği kanısıyla (G7) yanlış cevap vermiştir. D11 kodlu öğrenci ise ipin boyu değişmeyeceğinden alanın değişmeyeceğini belirtmiştir ki burada öğrencinin çevre ile alan kavramlarını karıştırdığı görülmektedir.



Şekil 4.61. Öğrencilerin 6. hafta Etkinlik 4'e verdikleri yanıtların dağılımı.

Öğrencilerin doğru cevaplarına gerekçe olarak yüksekliğin değiştiğini bu nedenle alanın da değiştiğini belirttikleri görülmüştür.

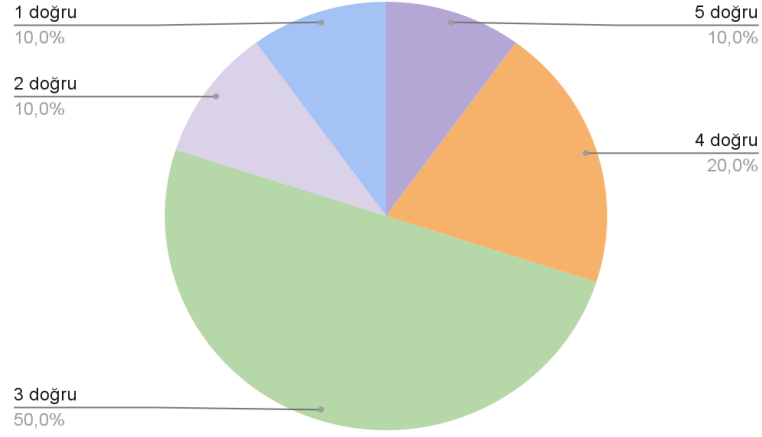
D13: “Yüksekliği değişir, alanı da değişir.”

6. hafta 6. sayfada öğrencilere eşkenar dörtgen kavramına dair öğrenme sürecini değerlendirmek adına Kahoot uygulamasından bir bilgi yarışması hazırlanmıştır. Yarışmada 7 soru bulunmaktadır. Bunlardan 2 tanesi doğru-yanlış tipinde, diğerleri çoktan seçmeli sorulardır. Yarışmaya atanan süre 3 dakika 40 saniyedir. 6. haftaya dair Kahoot'tan bir görüntü Şekil 4.62'de sunulmuştur:



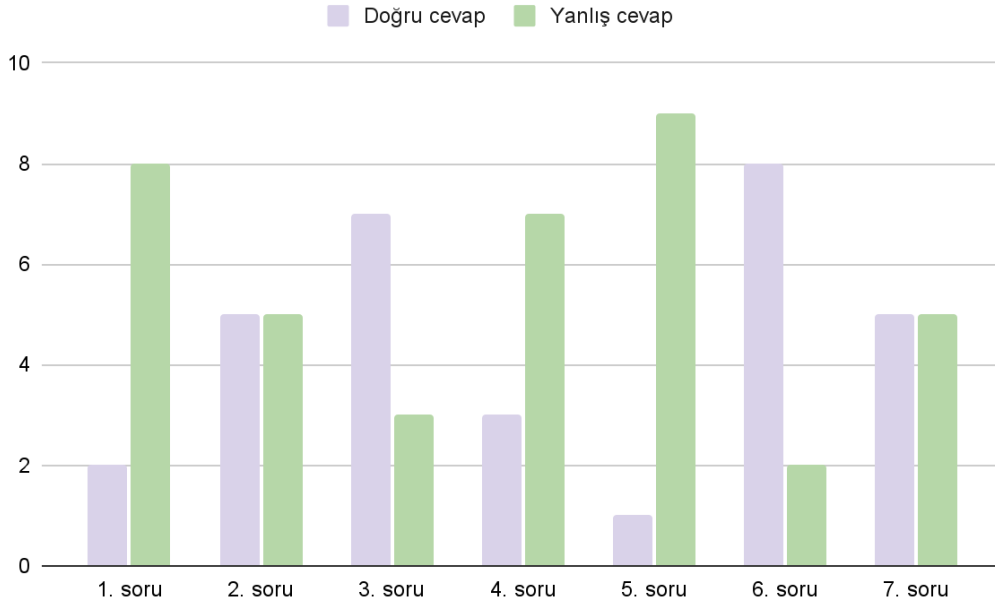
Şekil 4.62. 6. hafta Kahoot yarışmasından bir soru görüntüsü.

Öğrencilerin 6. hafta Kahoot yarışmasında doğru cevap oranları %44'tür. Öğrenciler en fazla 5, en az 1 doğru yanıt vermişlerdir. D1 kodlu öğrenci 5 doğru, D11 kodlu öğrenci 4 doğru cevap vermiştir. En az cevabı veren ise D9 kodlu öğrencidir. Öğrencilerin doğru cevap sayıları Şekil 4.63'te verilmiştir:



Şekil 4.63. Öğrencilerin 6. hafta Kahoot etkinliğine verdikleri doğru cevapların dağılımı.

Öğrencilerin 6. haftadaki Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri doğru- yanlış cevap sayıları Şekil 4.64'te verilmiştir:



Şekil 4.64. Öğrencilerin 6. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin Kahoot yarışması sonuçları incelendiğinde (Şekil 4.64) en fazla doğru cevabın 6. soruya ait olduğu görülmektedir. Bu soru “Alanı ve köşe açısının ölçüsü verilen bir eşkenar dörtgenin çevresini bulmak mümkündür.” şeklindeki bir doğru yanlış sorusudur. Ayrıca 3. soru olan “Bir kenarı 6 cm, yüksekliği 5 cm olan eşkenar dörtgenin alanını bulunuz.” şeklindeki soruya doğru cevap veren öğrenci sayısı çoğunluktadır. 1. soruya yalnızca D2 ve D12 kodlu öğrenciler doğru cevap vermişlerdir. Diğer öğrencilerin bu soruda eşkenar dörtgenin kenarları eşit olacağından açılarının da eşit olması gerektiğini düşünerek Aynı A Aynı B sezgisel kuralını kullandıkları düşünülmektedir. 5. soruya yalnızca D1 kodlu öğrenci doğru cevap vermiştir. Bu soru “Bir eşkenar dörtgenin yüksekliği iki katına çıkarılıp kenar uzunluğu yarıya indirilirse alanı nasıl değişir?” şeklindeki sorudur.

6. hafta etkinliklerinde öğrencilerin ZGA kullanımını geliştirdiği ve cevaplarını gerekçelendirmeye çalıştıkları görülmüştür. Öğrencilerin sürece katılımları yeterli görülmüştür.

6. hafta 7. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.48’te sunulmuştur:

**Tablo 4.48.** 6. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
	Beğeni	7
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Eğitici/öğretici	4
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrencilerin çoğunluğu süreci beğendiğini ifade etmiştir. Ayrıca süreci eğitici-öğretici bulan öğrenciler de mevcuttur:

D9: “Hepsi çok güzel ve pratikti, daha iyi kavramama neden oldu.”

D13: “Pekiştirici sorular çözdük.”

Yansıtıcı günlük formu 2. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.49’da sunulmuştur:

**Tablo 4.49.** 6. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Yoktur	3
	Videolar	4
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Oyunlar	2
	Dersin akışı	1
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrenciler süreçte en çok videoları beğendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca oyunlar ve dersin akışını beğendiğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır:

D2: *“Altın oran videosu hoştu.”*

Yansıtıcı günlük formu 3. soru “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığımız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.50’de sunulmuştur:

**Tablo 4.50.** 6. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Zorluk yaşamadım	5
	Animasyonlu sorular	3
<b>Zorluklar</b>	İnternet/bağlantı sorunları	1
	Ön bilgi eksikliği	1
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrencilerin yarısı süreçte zorluk yaşamadığını ifade etmiştir. Bazı öğrenciler animasyonlu sorularda zorluk yaşadığını belirtirken internet hızından kaynaklı sorun yaşadığını belirten bir öğrenci de bulunmaktadır.

D2: *“Hızlı resim bölümüne girmem biraz zorluyor.”*

Yansıtıcı günlük formu 4. soru ‘‘Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?’’ şeklindeir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.51’de sunulmuştur:

**Tablo 4.51.** 6. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Yoktur	7
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Oyun tipinin geliştirilmesi	2
	Soru tipinin değiştirilmesi	1
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrencilerin büyük bir kısmı süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerden oyun tipinin geliştirilmesi ve soru tipinin değiştirilmesi gerektiğini belirtenler olmuştur.

D2: ‘‘Bilgilendirici oyun olsa iyi olur.’’

Öğrencilerin 6. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde hoşnut olmadıkları durumları ifade eden öğrencilerin genellikle bu durumları düzeltmeye yönelik bir değişiklik önerisi sunamadıkları görölmüştür. Yalnızca D4 kodlu öğrenci video soruları beğenmediğini belirtmiş ve bunlar yerine soruların test şeklinde verilmesini önermiştir.

D4: ‘‘Videolar soru yerine test şeklinde olursa daha iyi olabilir.’’

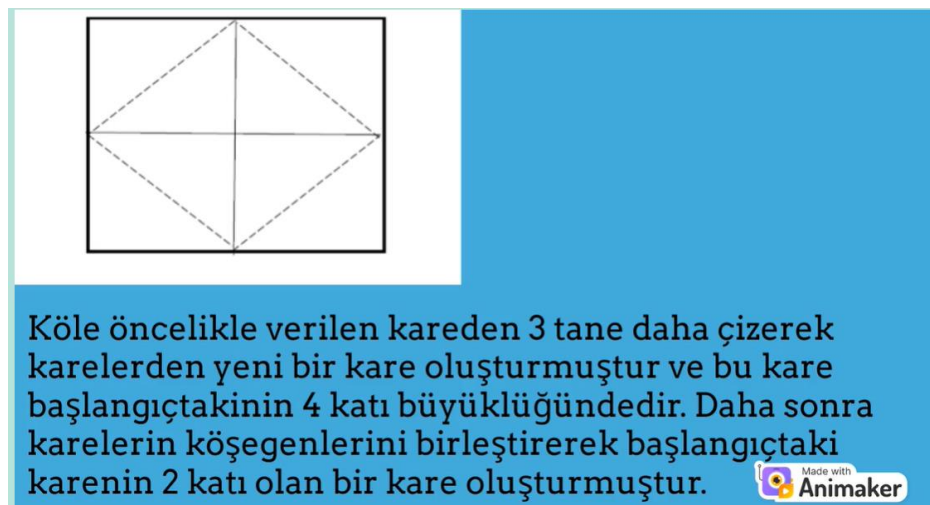
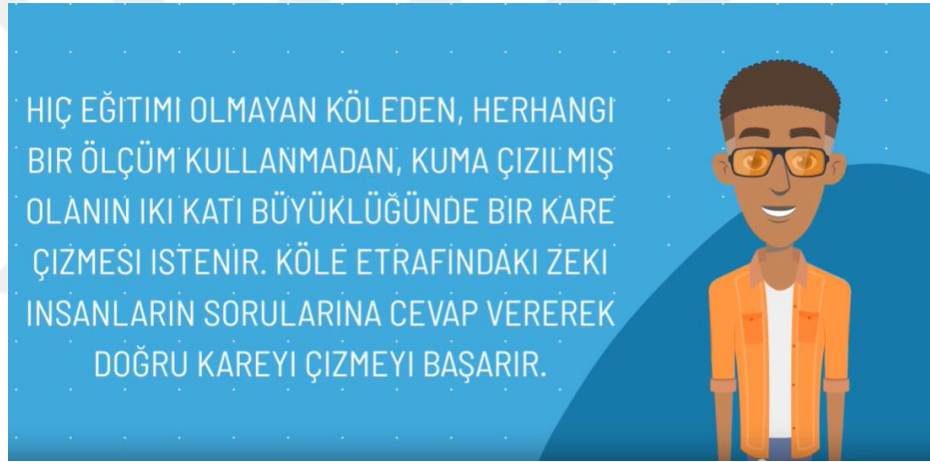
#### **4.2.4.7. 7. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

7. hafta 1. sayfada fault kavramı hakkında animasyon yoluyla (şekil 4.65) bilgi verilerek öğrencilerin derse dikkatini vermeleri sağlanmıştır. Öğrencilerden faultsuz dikdörtgenler çizmeleri istenmiş ve bu çizimler değerlendirme sürecine dahil edilmemiştir.



Şekil 4.65. 7. hafta 1. sayfa etkinliğine dair animasyondan bir görüntü.

7. hafta 2. sayfada Kare konusuna geçiş yapılmıştır. Platon'un köle örneği ile derse dikkat çekilmiştir (Şekil 4.66):



Şekil 4.66. 7. hafta 2. sayfa etkinliğine dair animasyondan görüntüler.

Animasyon yoluyla oluşturulmuş bu örnekte öğrencilere “*Başlangıçtaki yarısı olan bir kareyi köle nasıl oluşturabilirdi?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte kareyi başka çokgenlerle ilişkilendirmeleri (İ1, İ2), karede alt şekiller oluşturmaları (İ6), özel durumları hesaba katmaları (G1), değişen özellikleri irdelemeleri (G3), dinamik düşünceleri (DA1), çizim yaparak keşfetmeleri (KY1), çözüm için varsayımlar oluşturmaları (KY8) beklenmektedir.

Öğrencilerin hiçbirinin bu probleme doğru yanıt veremediği görülmüştür:

D1: “*Elimdeki kareyi eşit bir şekilde dörde böldüm. Ardından oluşan şeklin orta noktalarını simetrik bir şekilde birleştirdim*”

D5: “*Karenin yanına bir tane daha kare çizilecek ortak köşelerinden birleştirerek orta kısım taranır.*”

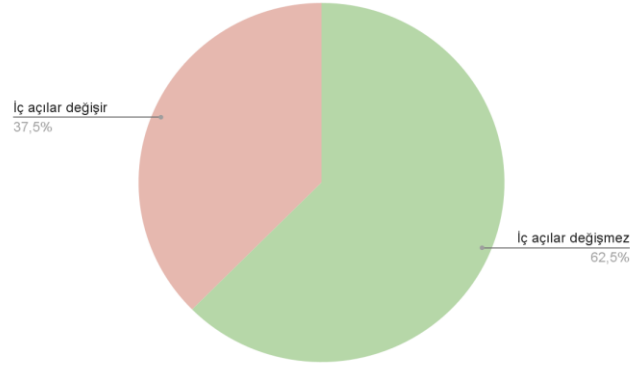
D13: “*Kareden bir tane daha yanına çizilir ardından karelerin köşegenleri çizilir ve yarısı olur.*”

7. hafta 3. sayfada öğrencilere karikatür yoluyla VPC yaklaşımı kullanılarak “*Karenin orta noktaları birleştirilirse yeni oluşan şeklin özellikleri nelerdir?*” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruda öğrencilerden karenin içinde alt şekil oluşturmaları (İ6), özel durumları hesaba katmaları (G1), değişen özellikleri irdelemeleri (G3), durumu sınırlandıran koşulları belirtme (G6), dinamik düşünceleri (DA1), çizim yaparak keşfetmeleri (KY1), şeklin neye benzeyeceğini tahmin etmeleri (KY7), çözüm için varsayımlar oluşturmaları (KY8) beklenmektedir. Görselleştir aşamasında öğrencilerden sorunun cevabını ve bu durumun diğer dörtgenlere genellenip genellenmeyeceğini hayal ederek cevap vermeleri beklenmiştir. Tahmin et aşamasında “*Karenin orta noktaları birleştirilerek oluşturulan yeni şeklin iç açıları değişir mi?*” ve “*Bu durum kare dışında diğer özel dörtgenlere genellenebilir mi?*” sorularının cevaplarını tahmin etmeleri beklenmiştir. Kontrol aşamasında tahminlerini Geogebra kullanarak doğrulamaları beklenmiştir.

Öğrencilerin Tahmin et aşamasında “*Karenin orta noktaları birleştirilerek oluşturulan yeni şeklin iç açıları değişir mi?*” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.67) öğrencilerin birçoğunun doğru cevap verdiği görülmüştür (DA2, DA8):

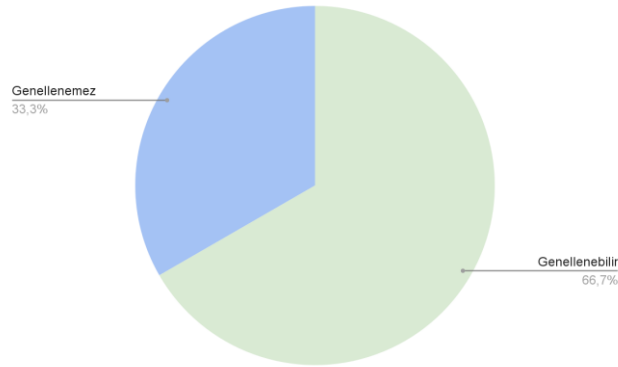
D3: “*İç açıları değişmez, sadece ilk karenin yarısıdır*”

D11: “Değişmez, çünkü her açısı 90 derece olur, dik”



Şekil 4.67. Öğrencilerin 7. hafta 3. sayfa tahmin et aşamasına verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrencilerin Tahmin et aşamasında “Bu durum kare dışında diğer özel dörtgenlere genellenebilir mi?” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.68) öğrencilerin birçoğunun yanlış cevap verdiği görülmüştür:



Şekil 4.68. Öğrencilerin 7. hafta 3. sayfa tahmin et aşaması ikinci sorusuna verdikleri cevapların dağılımı.

Öğrencilerin birçoğu soruyu “Genellenebilir” şeklinde cevaplamıştır. Doğru cevap veren öğrencilerin cevapları incelendiğinde gerekçe sunan öğrencilerin çok az olduğu görülmüştür:

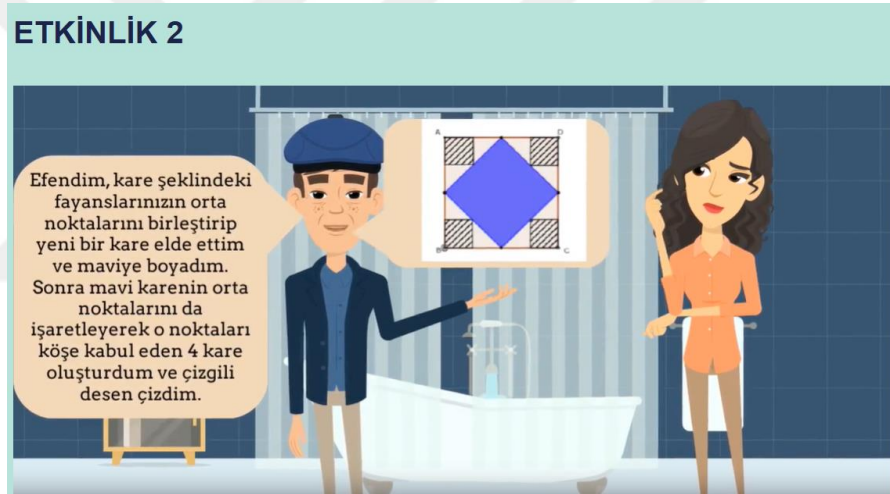
D10: “Özel dörtgenlerde aynı durum söz konusu değildir. Karede gerçekleşen durum özel dörtgenlerde yoktur.” (G6)

D16: “Hayır genellenemez, denediğim birkaç özel dörtgende olmadı.” (G2)

Kontrol et aşamasında öğrenciler cevaplarını kontrol etmiş ve tahminlerinin doğru olup olmadığını gözlemlemişlerdir. Öğrencilerin birçoğu tahminlerinin doğru olduğunu belirtmişlerdir.

7. hafta 4. sayfada öğrencilere sanal manipülatif bağlantısı verilmiştir (<http://www.shodor.org/interactivate/activities/SquaringTheTriangle/>). Bu manipülatif öğrencilere Pisagor Teoreminin geometrik ispatını sunmaktadır. Açılar, karelerin alanları ve dik üçgenin kenar uzunlukları iki kenara ait olarak hazırlanan sürgüler kullanılarak değiştirilebilmektedir. Öğrenciler interaktif şekilde alanın ve uzunlukların değişimini inceleyebilmektedir.

7. hafta 5. sayfada animasyon yoluyla verilen önermelerden hangilerinin doğru olduğu öğrencilere sorulmuştur. Şekil 4.69’da animasyondan alınmış bir görüntü sunulmuştur:



Şekil 4.69. 7. hafta Etkinlik 2’ye dair animasyondan bir görüntü.

Öğrenciler belirtilen çizim hakkında fikirlerini sunan karakterlerden (Ali, Yağız ve Defne) hangisinin haklı olduğunu belirtmişlerdir:

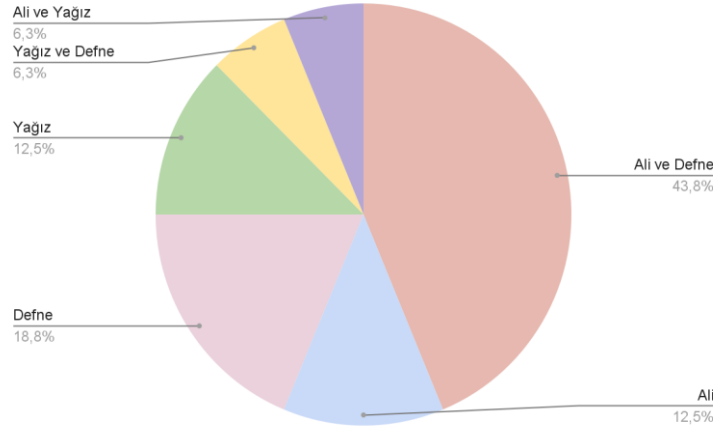
Ali: “Mavi karenin alanı çizgili karelerin alanları toplamına eşittir.”

Yağız: “Mavi boyalı olmayan bölgelerin alanı toplamı çizgili karelerin alanları toplamına eşittir.”

Defne: “Çizgili karelerin alanları toplamı tüm karenin alanının 8’te biridir.”

Öğrencilerden bu etkinlikte karelerin alt şekillerini fark etmeleri (İ5), oranlamaları (İ6) ve simetriyi kullanmaları (İ8), özel durumları göz önüne almaları (G1), dinamik düşünceleri

(DA1), düzenli durum değerlendirmesi yapmaları (KY2), varsayımda bulunmaları (KY8) beklenmiştir.



**Şekil 4.70.** 7. hafta Etkinlik 2'ye dair öğrencilerin cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.70) birçoğunun Ali ve Defne'yi haklı bulduğu görülmüştür. Öğrenciler bu cevabı sezgisel olarak vermişler (KY1), gerekçe sunamamışlardır. Yalnızca D2 kodlu öğrenci doğru cevabı vermiş ve cevabını gerekçelendirmiştir:

D2: “Yağız haklıdır, çünkü mavi olmayan bölgelerin alanları yarısı verilmiştir karenin, ikisi bir kareyi oluşturur. Bu yüzden çizgili karelerin alanına eşit olur.”

Öğrenci cevabında mavi kareyi çizgili karelerle ilişkilendirmiş (İ5) ve alanları ilişkilendirmiştir (İ8).

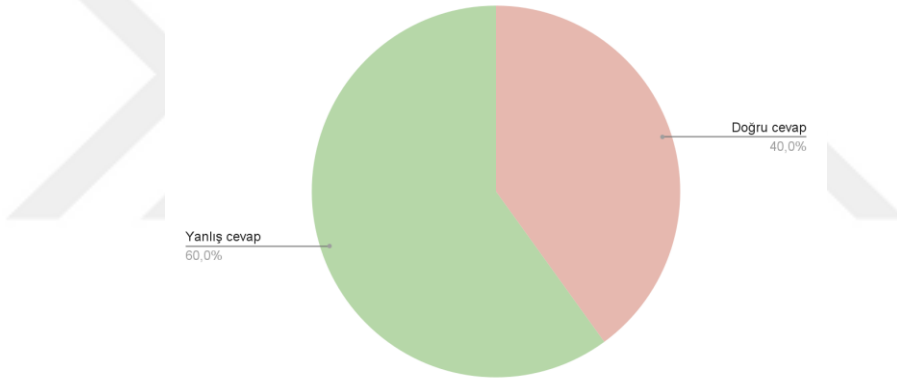
D6 ve D9 kodlu öğrenciler doğru cevabı vermiş ancak gerekçelendirememişlerdir.

7. hafta 6. sayfada öğrencilere Etkinlik 3 animasyon yoluyla sunulmuş ve 4 eş dik ikizkenar üçgen ve bunların birleşiminden oluşan şeklin çevreleri ve alanlarının karşılaştırılması istenmiştir. Öğrencilerden bu etkinlikte geometrik şekillerin özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), alt şekilleri fark etmeleri (İ5, İ7), simetriyi kullanmaları (İ9), ikizkenar dik üçgeni fark etmeleri (G1), yeni durum oluşturmaları (G3), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), dinamik düşünceleri (DA1), çizimler yapmaları (KY1, KY2), bazı özellikleri değiştirmenin sonuçlarını incelemeleri (KY4), varsayımlarını ortaya atmaları (KY8) beklenmektedir. Animasyona ait bir görüntü Şekil 4.71'de sunulmuştur:



Şekil 4.71. 7. hafta Etkinlik 3'e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin Etkinlik 3'e verdikleri doğru-yanlış cevapların oranı Şekil 4.72'de verilmiştir:



Şekil 4.72. Öğrencilerin 7. hafta Etkinlik 3'e dair cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.72) doğru cevap veren öğrenci sayısının azınlıkta olduğu görülmüştür. Doğru cevabı veren öğrenciler sezgisel olarak cevap vermiş (KY1) ve açıklama yapmamışlardır. Yanlış cevaba dair birkaç gerekçe şöyledir:

D2: “Evet eşittir çünkü hepsi ikizkenar, aynılar. Bu yüzden eşit olur.” (İ2)

D10: “Tabanları eşit olduğu için çevresinde bir değişiklik olmaz.”

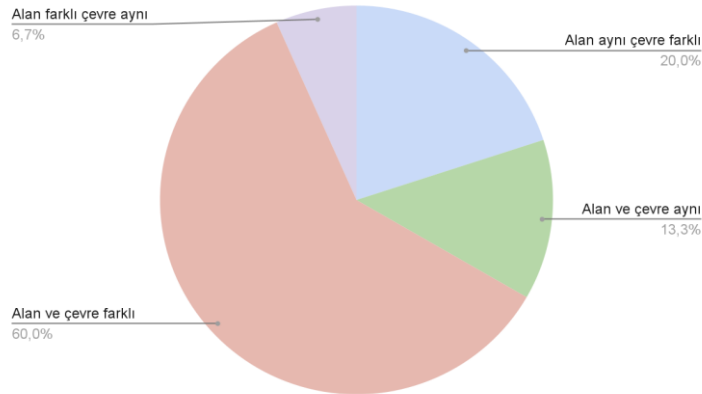
D10 kodlu öğrenci geometrik şekillerin özelliklerini ilişkilendirmiştir (İ2); ancak burada öğrenci aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanmıştır.

7. hafta 7. sayfada Etkinlik 4 kullanılarak animasyon yoluyla öğrencilerden eşit sayıda birim karelerden oluşan iki şeklin çevre ve alanlarını karşılaştırılmaları beklenmektedir. Bu etkinlikte öğrencilerden iki şeklin özelliklerini karşılaştırmaları (İ1, İ2, İ3, İ4), değişen durumları incelemeleri (G3), geometrik şeklin bazı özelliklerini değiştirme sonucunu incelemeleri (KY4) beklenmektedir. Animasyona ait görüntüler Şekil 4.73'te sunulmuştur:



Şekil 4.73. 7. hafta Etkinlik 4'e dair animasyondan görüntüler.

Öğrencilerin Etkinlik 4'e verdikleri cevapların dağılımı Şekil 4.74'te verilmiştir:



Şekil 4.74. Öğrencilerin 7. hafta Etkinlik 4'e dair cevaplarının dağılımı.

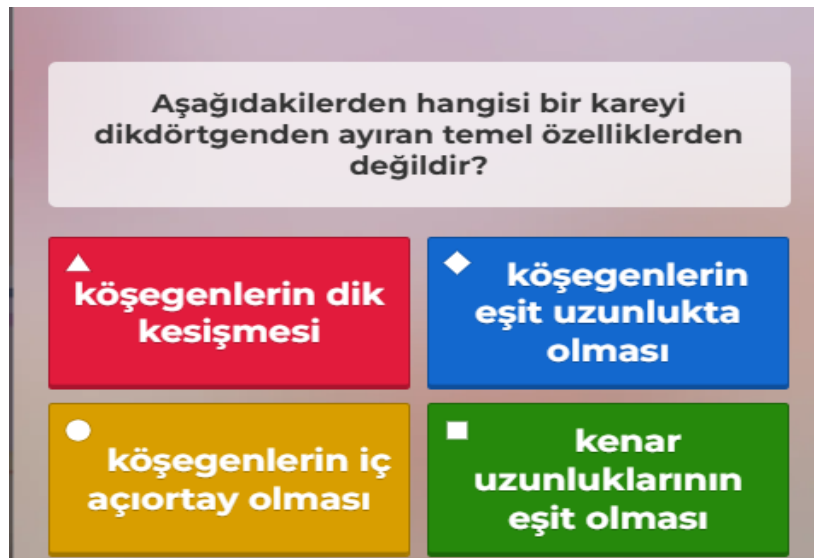
Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.74) alan aynı, çevre farklı doğru cevabını veren öğrenci sayısının oldukça düşük oranda olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu cevaplarına gerekçe sunmamışlardır.

D2: “Çevre de, alan da değişmez. Kare sayısı ve uzunluğu aynı çünkü.” (İ4)

D2 kodlu öğrenci kare sayısı ile alan-çevre sayısının ilişkisini sezgisel olarak yanlış yorumlamış ve aynı A aynı B sezgisel kuralı kullanmıştır.

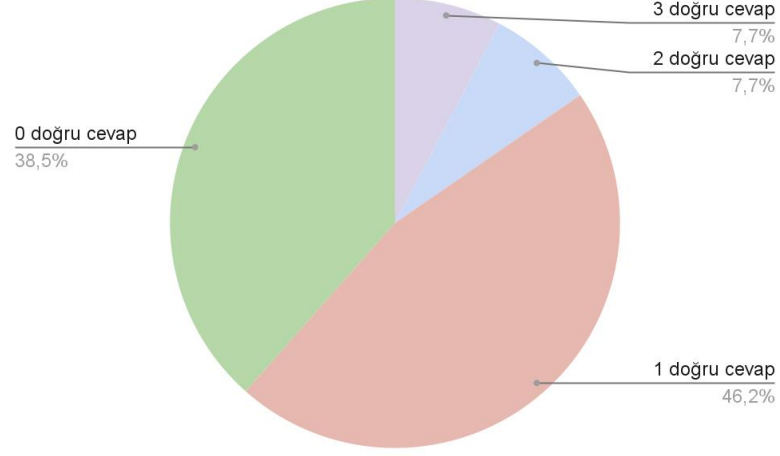
7. hafta 8. sayfada öğrencilerle Wordwall uygulamasında araştırmacı tarafından hazırlanmış bir kutu açma oyunu linki paylaşılmıştır (<https://wordwall.net/resource/71170762/kare-dikd%c3%b6rtgen>). Öğrenciler bu oyunda kare ve dikdörtgen ile ilgili 6 soruya cevap vererek puan toplamaktadırlar. Öğrencilerden soruların tamamını doğru bilen 3 öğrenci vardır.

7. hafta 9. sayfada öğrencilere Kahoot üzerinden bir süreç değerlendirme sınavı sunulmuştur. Bu sınavda 5 soru bulunmaktadır. Sorulardan ikisi doğru-yanlış tipinde, diğerleri çoktan seçmelidir. Değerlendirme süreci için verilen süre 3 dakika 50 saniyedir. Sınav eşkenar dörtgen ve dikdörtgen konularına dair kazanımları içermektedir. Kahoot 7’den alınan örnek bir soru Şekil 4.75’te verilmiştir:



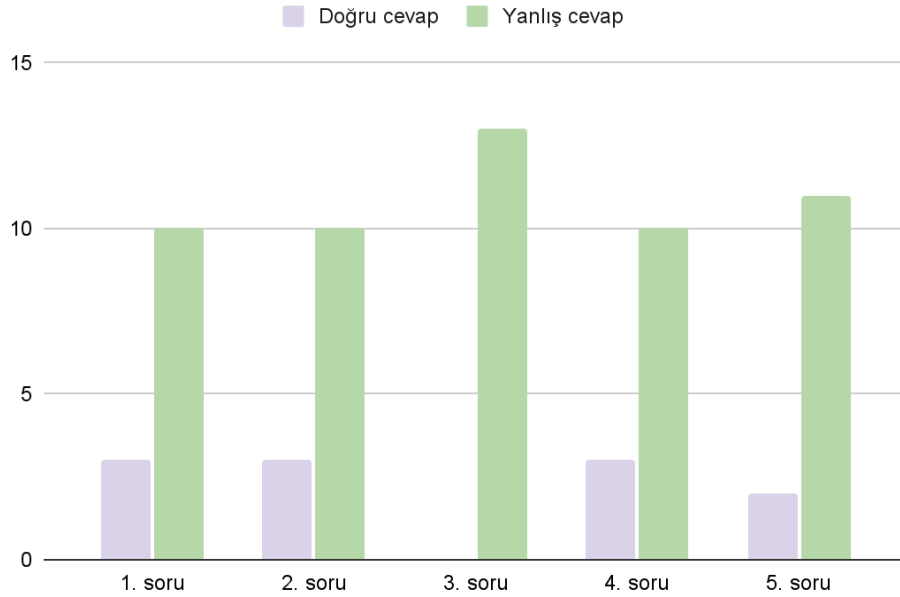
Şekil 4.75. 7. hafta Kahoot etkinliğinden bir soru görüntüsü.

Öğrencilerin süreç değerlendirme testinde başarı oranları %17'dir. Öğrencilerin teste verdikleri cevaplar incelendiğinde en fazla 3 doğru yanıt verildiği görülmüştür. 4 öğrenci ise hiç doğru cevap verememiştir.



Şekil 4.76. Öğrencilerin 7. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin 7. haftadaki Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri doğru- yanlış cevap sayıları Şekil 4.77'de verilmiştir:



Şekil 4.77. Öğrencilerin 7. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların oranları incelendiğinde (Şekil 4.76 ve Şekil 4.77), hiçbir soruya dair yeterli doğru cevabın verilmediği görülmüştür. Bu durumun

temel sebebinin bu haftaki Kahoot'ta birçok öğrencinin sistem tarafından atılması ve bu nedenle yarışmaya girememeleridir. 3. soruya hiçbir öğrenci doğru cevap verememiştir. Bu soru “Hangisi bir dikdörtgen ile bir eşkenar dörtgenin ortak özelliklerinden değildir?” şeklindeki sorudur.

7. hafta etkinliklerinde öğrencilerin yeterli düzeyde ZGA kullanamadıkları ve cevapları gerekçe sunamadıkları görülmüştür. Öğrenciler bazı etkinliklere sezgisel kuralları kullanarak cevap vermişlerdir.

7. hafta 10. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu bağlantısı gönderilmiştir. Yansıtıcı günlük formu 1. sorusu “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.52’de sunulmuştur:

**Tablo 4.52.** 7. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
	Beğeni	6
	Eğlenceli	2
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Eğitici-öğretici	2
	Pekiştirici	1
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrenciler etkinlikleri beğendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler etkinlikleri eğlenceli, eğitici-öğretici, pekiştirici bulmuşlardır:

D6: “Güzel ve verimli bir dersti.”

D9: “Videolar sayesinde daha iyi pekiştirdim.”

D10: “9 ve 10. sayfadaki oyunlar çok güzeldi, artırılmalı.”

D16: “Çok eğlenceli güzel bir konu”

Yansıtıcı günlük formu 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.53’te sunulmuştur:

**Tablo 4.53.** 7. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Kahoot	4
	Oyunlar	2
	Videolar	1
	Herşey	1
	Yok	2
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrenciler süreçte en çok Kahoot yarışmasını beğendiklerini belirtmişlerdir. Bunun yanında oyunları, videoları da beğenmişlerdir. Bir öğrenci süreçteki her şeyi beğendiğini belirtirken, iki öğrenci ise beğendikleri hiçbir şeyin olmadığını belirtmişlerdir:

D11: “Kahoot güzeldi.”

D13: “Eğitici oyunlar ve videolar”

Yansıtıcı günlük formu 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığımız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.54’te sunulmuştur:

**Tablo 4.54.** 7. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
<b>Zorluklar</b>	Yok	7
	Oyun sürelerinin kısalığı	2
	Kahoot	1
	Sorularda yaşanan ikilem	1
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrencilerin çoğunluğu süreçte zorluk yaşamadığını belirtmiştir. Birkaç öğrenci oyunlarda özellikle Kahoot sorulara tanınan sürelerin kısıllığından dolayı sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bir öğrenci ise sorularda hep ikilem yaşadığını belirtmiştir:

D6: *“Herhangi bir zorluk yaşamadım, zamanımız kısıtlıydı bir tek o sıkıntılı.”*

D9: *“Bazı sorularda ikilem arasında kalmam.”*

D12: *“Kahoot’ta sorun çıkması ve sürenin çok hızlı dolması.”*

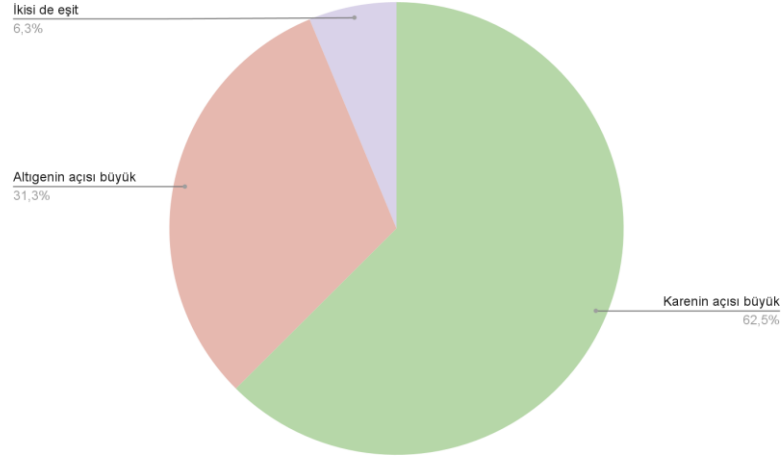
Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerden hepsi değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin 7. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak süreçten memnun kaldığı, hoşnut olmadıkları durumların bireysel durumlara bağlı olduğu ve bu nedenle de süreçte değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığı görülmüştür.

#### **4.2.4.8. 8. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

8. haftada Kare kavramı üzerinde durulmuştur. 1. sayfada bir kare 17 farklı parçaya ayrılmıştır. Parçaların yerleri değiştiğinde ise aynı kare 16 parça ile tamamlanmaktadır. Öğrencilerden kayıp parça hakkında yorum yapmaları beklenerek derse dikkat çekilmiştir. Öğrencilere bir sanal manipülatif bağlantısı ile bu durumun gerekçesi sunulmuştur (<https://thewessens.net/ClassroomApps/Main/dissection.html?topic=geometry&id=6>).

8. hafta 2. sayfada VPC yaklaşımı yoluyla öğrencilerden *“Kenar uzunlukları aynı olan iki kare ve iki düzgün altıgen hayal ediniz. Kareleri ve altıgenleri, kendi içlerinde, herhangi iki kenarları çakışacak şekilde birleştirirseniz, aralarındaki açıların büyüklüğü nasıl olur, hangisinin arasındaki açı daha büyük olur?”* sorusunun cevabı istenmiştir. Öğrencilerden tahmin et aşamasında kare ve düzgün altıgen açı-kenar özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3), özel durumları göz önünde bulundurmaları (G1), dinamik düşünmeleri (DA1), çizimlerle yargıya ulaşmaları (KY1, KY2), çözüm hakkında varsayımlarda bulunmaları (KY8) beklenmektedir. Kontrol et aşamasında öğrenciler cevaplarını Geogebra yoluyla kontrol etmişlerdir.



Şekil 4.78. 8. hafta 2. sayfada öğrencilerin verdikleri cevapların dağılımı.

Şekil 4.78 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğu sorunun sonucuna dair doğru tahminde bulunmuşlardır:

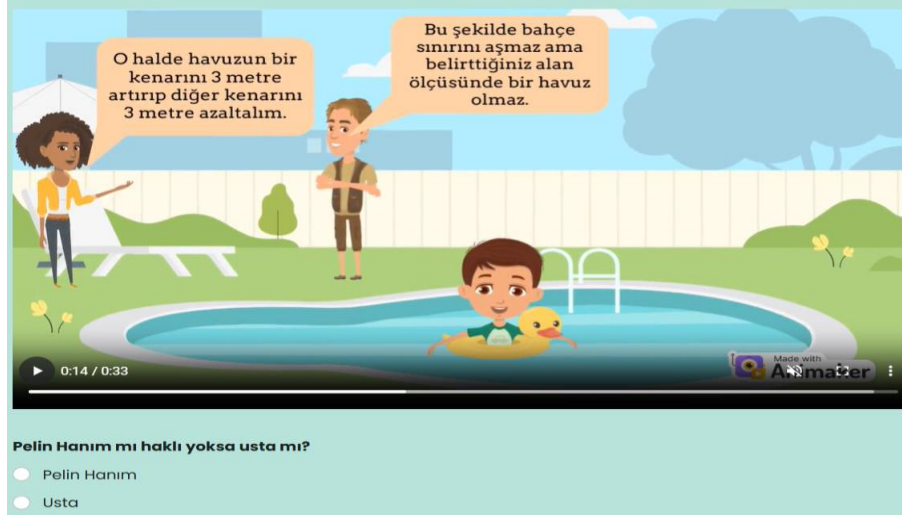
D1: “Kare çünkü açısı  $180^\circ$  olur .”

D5: “Bir altgen dış açısı  $60^\circ$ ’tır. 2si bir kenarından birleştirildiğinde dış açıları toplam  $120^\circ$  olur. Bir karenin dış açısı  $90^\circ$ ’dır. 2 kare birleşirse bir dış açısı  $180^\circ$  olur. Bu yüzden kareninki daha büyüktür.”

D14: “Karenin açısı altgenin açısından fazla olur, çünkü bir karenin dış açısı  $90^\circ$ , düzgün altgenin ise  $60^\circ$  olduğu için cevabım bu.”

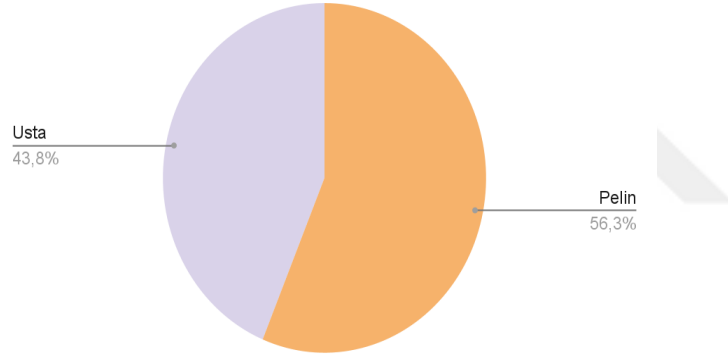
Öğrenciler doğru cevaplarında kare ve altıgene dair açı özelliklerini ilişkilendirmişler (İ1), özel durumları kullanmışlar (G1) ve çizimler yaparak sonuca ulaşmışlardır (KY1).

8. hafta 3. sayfada animasyon yoluyla Etkinlik 1 sunulmuştur. Etkinlikte bir karenin kenarlarından biri artırılırken diğeri aynı miktarda azalır ise alanın değişip değişmeyeceği sorulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte iki şeklin alanları karşılaştırmaları (İ4), yeni bir durum oluşturmaları (G3), dinamik düşünceleri (DA1), dönüşümün neleri değiştirip değiştiremeyeceğini belirlemeleri (DA2), değişiklikleri çizmeleri (KY1, KY2), sonuçları hakkında düşünceleri (KY4), çözüm hakkında varsayımlar kullanmaları (KY8) beklenmektedir. Şekil 4.79’da animasyona dair bir görüntü sunulmuştur:



Şekil 4.79. 8. hafta Etkinlik 1'e dair animasyondan bir görüntü.

Şekil 4.80 incelendiğinde öğrencilerin nerdeyse yarısının "Usta haklıdır" doğru cevabını verdiği görülmüştür:



Şekil 4.80. 8. hafta Etkinlik 1'de öğrencilerin haklı buldukları karakterlerin dağılımı.

D5: "Konumlar yani şekil değiştiği için alan aynı kalmaz."

D5 kodlu öğrenci köşe noktalarının konumunun değişeceğini ve alanın da değişeceğini belirtmiştir (DA2) ve evrensel bir kural oluşturmuştur (G10). Diğer öğrenciler ise kare şeklin dikiörtgene dönüşmesi (KY7) sonucunda alanın değişeceğini belirtmişlerdir:

D4: "Çünkü 3 metre azaltırsak 3 metre uzatırsak dikdörtgen olur."

D9: "Bir kenarı kısa olurken diğeri uzun olur, o yüzden eşit olmaz."

D16: "Kare bir havuz istiyor ama bir kenarı 3 metre attırıp diğeri kenarı 3 m azaltırsa bu kare olmaz, kare olması için aynı oranda artırması lazım." (DA5)

D1, D4, D9, D16 kodlu öğrenciler şekil değiştiği için alanın da değişeceğini belirtmişlerdir. Ancak bu gerekçe doğru bir gerekçe değildir.

Öğrencilerin yanlış cevaplarına verdikleri gerekçeler incelenmiştir:

D3: “*Havuzun kenarlarını eşit azaltıp arttırdığımız için alan değişmez.*”

D11: “*Çünkü alan değişmez, sadece kayma olur.*”

D13: “*Bir kenardan artırıp, diğer kenardan azaltmak alanı sabit tutar. Alan değişmez yani.*”

Öğrenciler yanlış cevaplarına gerekçe olarak aynı miktarda artış-azalışın alanı değiştirmeyeceğini sunmuşlardır. Bu durum öğrencilerin aynı A aynı B sezgisel kuralını kullandıklarını göstermektedir.

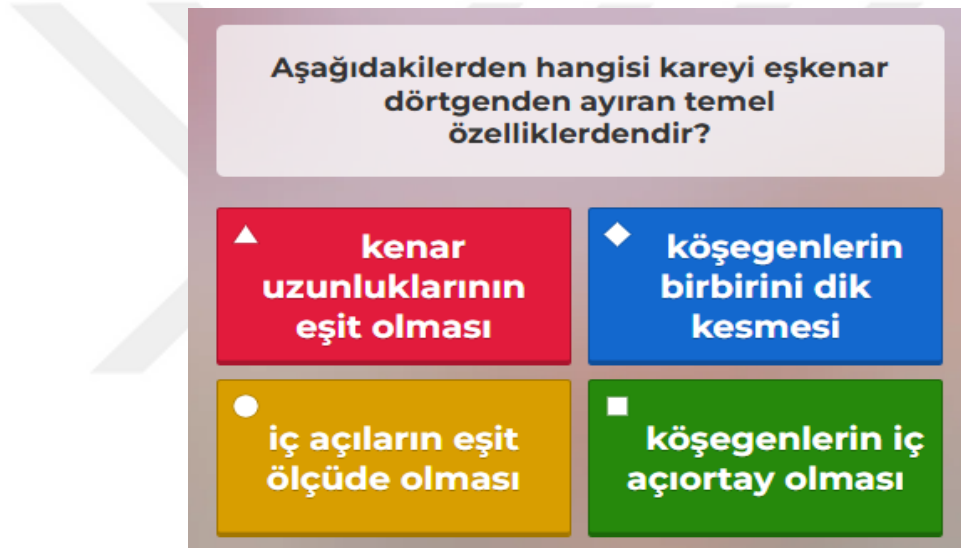
8. hafta 4. sayfada Möbius Şeridi kavramına dikkat çekilmiştir. Möbius şeridine dair açıklama yapılmış ve Youtube’den video bağlantıları eklenmiştir. Öğrencilerle birlikte Möbius şeridi yapılmıştır.

8. hafta 5. sayfada dikdörtgen ve karelerin alanlarını hesaplamaya dair sanal manipülatif bağlantıları eklenmiştir. Area of Rectangles manipülatifinde (<https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/WSP-Area-of-Rectangles/>) taban ve yükseklikler değiştiğinde alanın nasıl değiştiği somut olarak gözlenmektedir. Alan Labirenti manipülatifinde ([https://www.transum.org/Maths/Puzzles/Area\\_Maze/Default.asp?Level=4](https://www.transum.org/Maths/Puzzles/Area_Maze/Default.asp?Level=4)) ise öğrencilerden farklı dikdörtgenlerin birleşiminden oluşan ve toplam alanı verilen şekillerde verilmeyen alanı bulmaları istenmektedir. Oyun şeklindeki bu manipülatifte farklı seviyelerde problemlere erişmek mümkündür.

8. hafta 6. sayfada birim karelerden oluşan şekillerin alanlarını ve çevrelerini hesaplamaya dair sanal manipülatif bağlantısı eklenmiştir. Alan Oluşturucu ([https://phet.colorado.edu/sims/html/area-builder/latest/area-builder\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/area-builder/latest/area-builder_tr.html)) sanal manipülatifinin keşfetme ve oyun şeklinde iki seçeneği bulunmaktadır. Oyunda seviye seçmek mümkündür.

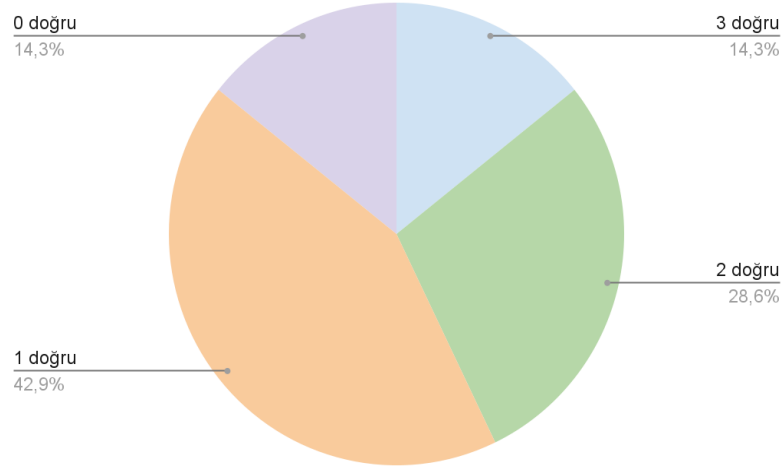
8. hafta 7. sayfada öğrencilere Educaplay sitesi üzerinden araştırmacı tarafından oluşturulan ve Çokgenler- Dörtgenler- Özel Dörtgenler konularına dair kazanımları içeren 15 sorudan oluşan bir Evet- Hayır oyunu bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler karşılarına gelen kartlarda yazan önermelerin doğru ya da yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Sorulara verdikleri yanıtlara direk puan olarak geri dönüt alan öğrenciler anında dönüt imkânı bularak yanlışlarını fark etmişlerdir.

8. hafta 8. sayfada öğrencilere Kahoot üzerinden bir süreç değerlendirme testi uygulanmıştır (Şekil 4.81). Testte kare konusuna dair kazanımlar içeren 5 soru bulunmaktadır. Bunlardan biri doğru yanlış, diğerleri çoktan seçmelidir. Testte verilen toplam süre 3 dakika 50 dakikadır.



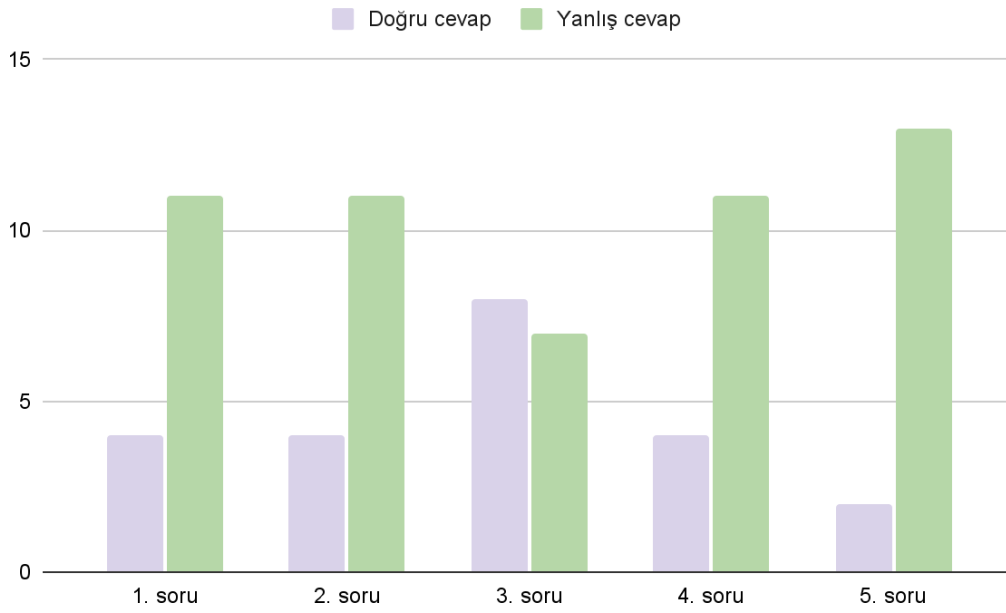
Şekil 4.81. 8. hafta Kahoot etkinliğine dair bir görüntü.

Öğrencilerin Kahoot yarışmasında başarı oranı %29,3'tür. En yüksek puanı alan D5 kodlu öğrenci 3 soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.82) öğrencilerin çoğunluğunun 1 doğru cevabı olduğu görülmüştür.



**Şekil 4.82.** 8. hafta Kahoot etkinliğine öğrencilerin verdikleri doğru cevapların dağılımı.

Öğrencilerin 8. haftadaki Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri doğru- yanlış cevap sayıları Şekil 4.83’te verilmiştir:



**Şekil 4.83.** Öğrencilerin 8. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin sorulara verdikleri doğru cevapların sayısı (Şekil 4.77) incelendiğinde öğrencilerin en fazla doğru cevabı doğru-yanlış sorusu olan 3. soruya verdikleri görülmüştür. Bu soru “*Her kare özel bir dikdörtgendir*” şeklindeki sorudur. Öğrencilerin en az doğru yanıt verdikleri soru ise “*Aşağıdakilerden hangilerini istenildiği kadar kullanılarak bir kenarı 24 br olan kare elde etmek mümkün değildir?*” şeklindeki sorudur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu

kenar uzunlukları 6 ve 8 br olan dikdörtgenlerden kenarı 24 br olan kareyi elde etmenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

8. haftada öğrencilere daha çok oyunlar ve sanal manipülatif bağlantıları sunulmuş ve problemlere düşük oranda yer verilmiştir. Bu problem tarzı etkinliklerde ise öğrencilerin ZGA'yı yeterli kullanmadıkları görülmüştür.

8. hafta 9. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu uygulanmıştır. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.55’te sunulmuştur:

**Tablo 4.55.** 8. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Beğeni	8
	Eğlenceli	2
	Yok	1
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrencilerin 1. soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde büyük bir çoğunluğun süreçten memnun olduğu görülmüştür. İki öğrenci sürecin eğlenceli olduğunu belirtmiştir. 1 öğrenci ise sürece dair düşüncesini belirtmemiştir.

Yansıtıcı günlük formu 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.56’da sunulmuştur:

**Tablo 4.56.** 8. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Kahoot	5
	Oyunlar	3
	Videolar	1
	Hız	1
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrenciler süreçte en çok Kahoot oyunundan memnun kaldıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanında oyunlar da öğrenciler tarafından beğenilmiştir. 1 öğrenci videoları, 1 öğrenci ise (bağlantı) hızını beğendiğini belirtmiştir:

D2: “Videolar, oyunlar ve kahoot.”

D16: “Oyunlar ve kahoot.”

Yansıtıcı günlük formu 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.57’de sunulmuştur:

**Tablo 4.57.** 8. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
	Yok	8
<b>Zorluklar</b>	İnternet hızı	1
	<b>Toplam</b>	<b>9</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte zorluk yaşamadığını belirtmiştir. 1 öğrenci (D6) ise internet hızından dolayı zorluk yaşadığını belirtmiştir.

Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.58’te sunulmuştur:

**Tablo 4.58.** 8. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
	Yok	8
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Daha fazla oyun	1
	<b>Toplam</b>	<b>9</b>

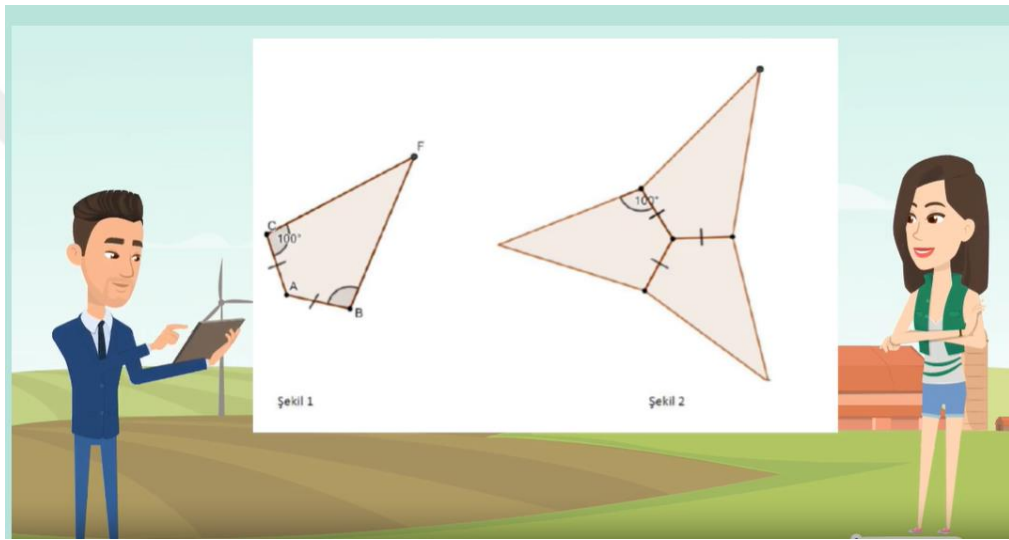
Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte değiştirmek istedikleri bir durum olmadığını belirtmişlerdir. D8 kodlu öğrenci ise daha fazla oyun eklenmesi gerektiğini belirtmiştir:

D8: “Biraz daha fazla oyun.”

Öğrencilerin 8. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genel olarak süreçten memnun kaldıkları ve süreçte değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığı görülmüştür.

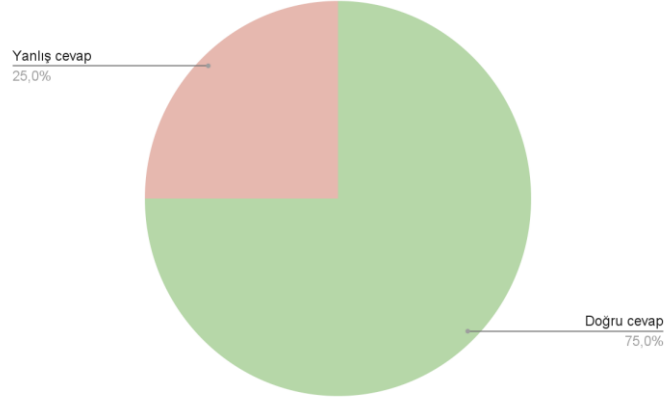
#### 4.2.4.9. 9. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar

9. haftada öğrencilere Deltoid konusuna dair kazanımlar verilmiştir. 9. hafta 1. sayfada animasyon yoluyla öğrencilere sunulan problemin çözümü istenmiştir. Animasyona ait bir görüntü Şekil 4.84’te verilmiştir:



Şekil 4.84. 9. hafta Etkinlik 1’e dair animasyondan bir görüntü.

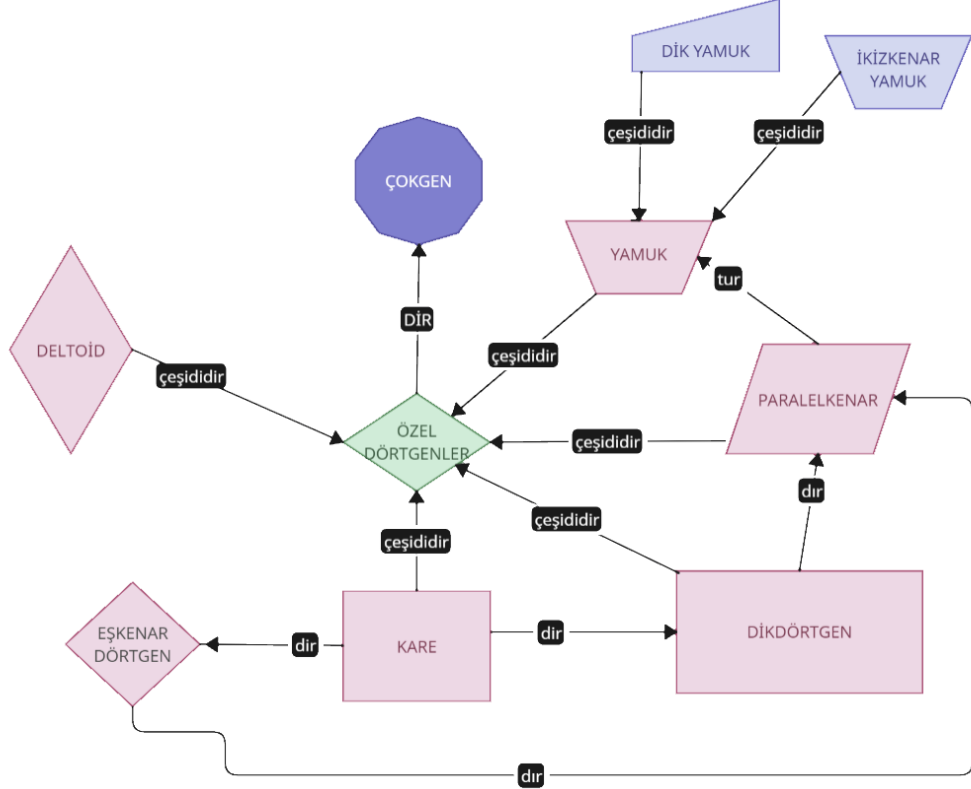
9. hafta 1. sayfadaki problemde A noktasından birleştirildiğinde 3 kol gerektiren bir rüzgâr gülü için F noktasından birleştirildiğinde kaç kol gerektiği öğrencilere sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden iki deltoidin özelliklerini karşılaştırmaları (İ1, İ2, İ3), yeni duruma dair tanımlamalar yapmaları (G3), evrensel bir kural kullanmaları (G9), çizim ve keşif yapmaları (KY1, KY2), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY4), son şekle dair açıklamalar yapıp (KY7), varsayımlarda bulunmaları (KY8) beklenmektedir.



**Şekil 4.85.** 9. hafta Etkinlik 1'e dair öğrenci yanıtlarının dağılımı.

Öğrencilerin Şekil 4.85'te grafiği verilen cevapları incelendiğinde, çoğunluğun doğru cevabı verdiği görülmüştür. D1, D3, D4, D5, D11, D12, D13, D14 ve D16 kodlu öğrenciler çizimler yapmış (KY1), deltoidin özelliklerini kullanmış (G9) ve değişiklikleri göz önünde bulundurarak (KY4) son şekli çizmişlerdir (KY7). D2 kodlu öğrenci çizimler yapmış (KY1), deltoidin özelliklerini kullanmış (G9) ve değişiklikleri göz önünde bulundurmamıştır (KY4); ancak sonuca ulaşamamıştır.

9. hafta 2. sayfada öğrencilere Creately uygulamasından oluşturulan kavram haritası (Şekil 4.86) sunulmuştur. Kavram haritasında özel dörtgenlere dair bağıntılar bulunmaktadır. Öğrencilerin kavram haritası yoluyla özel dörtgenlerin birbirleri ile ilişkilerini kavramaları beklenmiştir.



Şekil 4.86. Dörtgenlerle ilgili kavram haritası.

9. hafta 3. sayfada öğrencilere özel dörtgenlerin bazı özelliklerini belirten ve bu dörtgenleri farklı açılardan katlayan, döndüren, simetri eksenini gösteren bir sanal manipülatif bağlantısı sunulmuştur

(<https://thewessens.net/ClassroomApps/Main/quadrilaterals.html?topic=geometry&id=2>).

Öğrenciler bu manipülatifi kullanarak dörtgenlere dair bilgilerini hatırlamış ve bu dörtgenlere bazı dönüşümlerin uygulanmasını somut olarak gözlemleyebilmişlerdir.

9. hafta 4. sayfada öğrencilere dörtgenlerde açı, uzunluk ve alan kavramlarını somutlaştıran sanal manipülatif bağlantıları sunulmuştur. Shodor sitesine ait olan Açık Hesapla bağlantısında noktalar belirleyerek açı, uzaklık ve alan hesaplamak mümkündür (<http://www.shodor.org/interactivate/activities/ImageTool/>). Çevre ve Alan Hesapla bağlantısında ise öğrencilerden birim karelerden oluşturulan şekillerin çevre ve alanlarını hesaplamaları beklenmiştir (<http://www.shodor.org/interactivate/activities/ShapeBuilder/>). Öğrenciler bu manipülatifte isterlerse kendileri şekil oluşturabilir ya da hazır şekillerden kullanabilirler.

9. hafta 5. sayfada öğrencilere Nearpod sitesinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler bu oyuna girebilmek için araştırmacı tarafından

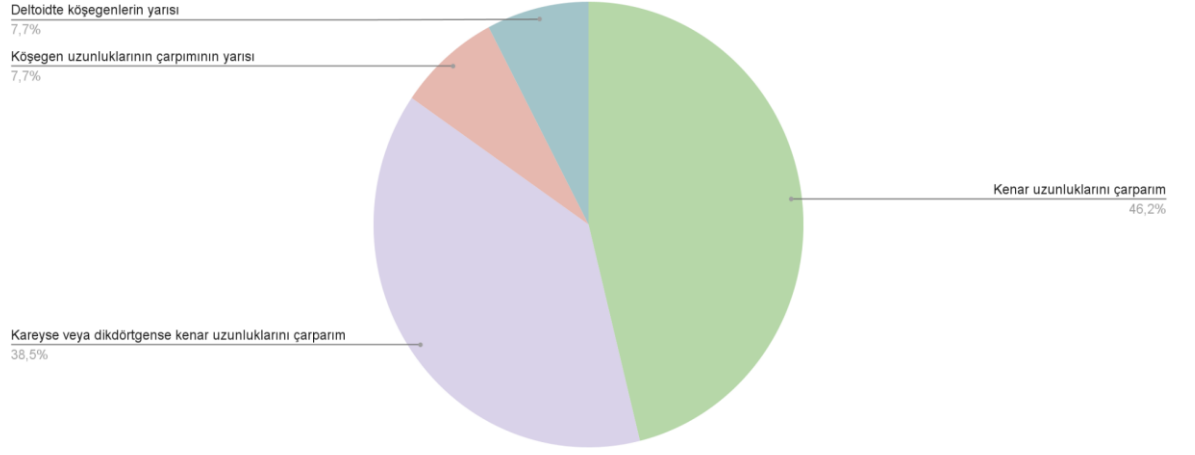
oluşturulan Pın'ı kullanmışlardır. Kart eşleştirme türündeki oyunda farklı dörtgenler verilerek bunların alanlarıyla eşleştirilmesi istenmiştir. Öğrenciler doğru yanıt bulana kadar deneme hakkına sahip olduğundan her biri tüm soruların doğru cevabını bulabilmiştir.

9. hafta 6. sayfada öğrencilere Nearpod sitesinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler bu oyuna girebilmek için araştırmacı tarafından oluşturulan Pın'ı kullanmışlardır. Oyunda çokgen ve dörtgenlere dair 5 soru bulunmaktadır. Öğrencilerin sorulara doğru yanıt vermeleri istenmiştir.

9. hafta 7. sayfada öğrencilere Wordwall sitesinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir oyun bağlantısı sunulmuştur. Bilgi eşleştirme türündeki oyunda farklı dörtgenler verilerek bunların özellikleriyle eşleştirilmesi istenmiştir. Öğrencilerden D7 kodlu öğrenci 41 saniyede, D9 kodlu öğrenci 1 dakika 40 saniyede tüm dörtgenleri doğru eşleştirmiştir. Bunun dışında 4 doğru yanıt veren bir öğrenci, 3 doğru yanıt veren 2 öğrenci bulunmaktadır.

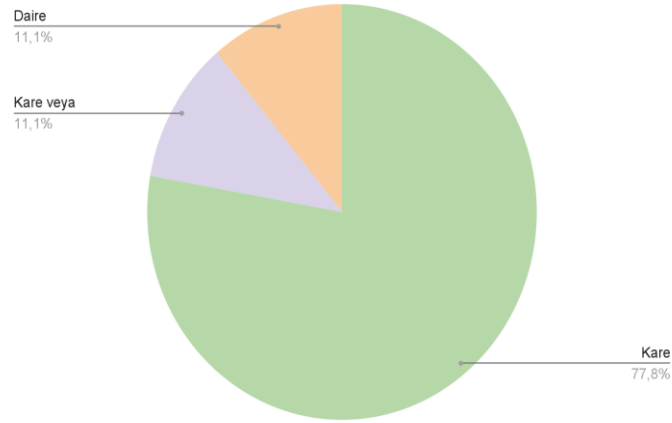
9. hafta 8. sayfada öğrencilere Padlet sitesinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir işbirlikçi hikâye yazma bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler kendilerine sunulan ve araştırmacı tarafından oluşturulan hikâyedeki problem çözümüne dair fikirlerini belirtmişlerdir. Hikâyede yer alan problem konveks bir dörtgenin alanının nasıl hesaplanacağına dair bir senaryo içermektedir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde (Şekil 4.87) birçoğunun “*Kenar uzunluklarını çarpırım*” şeklinde cevap vererek şekillerin sınıfına dair yanlış bir yargıya vardıkları (G7) görülmüştür. Öğrencilerden D1, D3, D5, D10, D15 kodlu öğrencilerin “*Kareyse veya dikdörtgense kenarları çarpırım*” şeklinde doğru bir ifade kullandığı (G1, G6) görülmüştür. En genel cevabı ise D13 kodlu öğrenci vermiştir:

“*Köşegen uzunluklarını çarpıp 2'ye bölünce alan bulunur*” (G9).



**Şekil 4.87.** Öğrencilerin 9. hafta işbirlikçi hikâye yazma etkinliği sonuçlarının dağılımı.

9. hafta 9. sayfada öğrencilere Padlet sitesinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir beyin fırtınası bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler kendilerine sunulan ve araştırmacı tarafından oluşturulan problemin çözümüne dair fikirlerini belirtmişlerdir. Problem; 36 cm'lik bir ipten kenar uzunlukları tamsayı olan maksimum alanlı dörtgenlerin nasıl oluşturulabileceğidir. Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde (Şekil 4.88), D4, D5, D6, D9, D10, D13, D14 kodlu öğrencilerin alanın maksimum olabilmesi için dörtgenin kare şeklinde oluşturulması gerektiğini belirterek (G1, G9) doğru cevabı verdikleri görülmüştür. D2 kodlu öğrenci ise “*kare veya dikdörtgen*” yanıtını vermiştir.



**Şekil 4.88.** Öğrencilerin 9. hafta beyin fırtınası etkinliğine dair sonuçlarının dağılımı.

9. hafta 10. sayfada Educaplay üzerinden öğrencilere çokgen eşleştirme hafıza oyunu bağlantısı sunulmuştur. Araştırmacı tarafından hazırlanan oyun iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada öğrenciler çokgenlerin aynısını bulmaya çalışmışlar, ikinci aşamada ise resimler ile

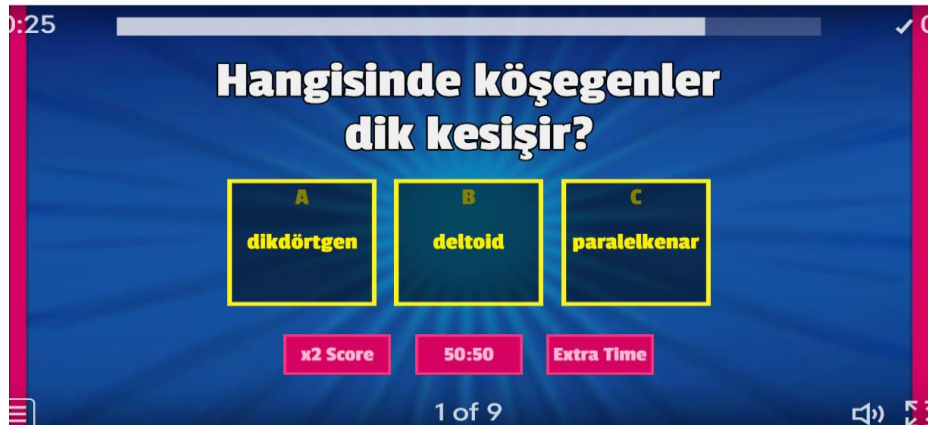
temsil ettikleri çokgenleri eşleştirmişlerdir ([https://www.educaplay.com/learning-resources/16778329-cokgen\\_e\\_le\\_tirme.html](https://www.educaplay.com/learning-resources/16778329-cokgen_e_le_tirme.html)).

9. hafta 11. sayfada Educaplay üzerinden öğrencilere Çokgen Adımlar (Şekil 4.89) oyunu bağlantısı sunulmuştur. Araştırmacı tarafından hazırlanan oyunda öğrenciler verilen sorulara doğru cevap verdiklerinde kurbağa bir adım öne gitmiş, yanlış cevaplarda ise suya batmıştır ([https://www.educaplay.com/learning-resources/16858519-cokgen\\_adimlar.html](https://www.educaplay.com/learning-resources/16858519-cokgen_adimlar.html)).



Şekil 4.89. 9. hafta Çokgen Adımlar oyunundan bir soru görüntüsü.

9. hafta 12. sayfada Wordwall üzerinden öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanan Çokgen Quiz oyunu (Şekil 4.90) bağlantısı sunulmuştur. Öğrenciler bu oyunda karşlarına çıkan sorulara cevap vermektedirler. 9 sorudan oluşan oyunda yarı yarıya, 2 kat puan ve ekstra zaman jokerleri de bulunmaktadır (<https://wordwall.net/resource/63640536/%c3%a7okgen-sinav>).



Şekil 4.90. 9. hafta Çokgen Quiz oyunundan bir soru görüntüsü.

9. hafta genel olarak dörtgenler konusuna dair bilgilerin hatırlatıldığı bir haftadır. Bu nedenle bu haftada daha çok manipülatifler ve oyunlar kullanılmıştır. Bu durum, öğrencilerin bu haftaki derslerde daha aktif olmasını sağlamıştır.

9. hafta 13. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.59’da sunulmuştur:

**Tablo 4.59.** 9. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Sürece Dair Düşünceler</b>	Beğeni	10
	Verimli	3
	Eğlenceli	2
	<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreci beğendiğini belirtmiştir. D3, D9, D15 kodlu öğrenciler sürecin verimli olduğunu belirtirken; D12 ve D14 kodlu öğrenciler sürecin eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir.

D3: “Bugün ders her zamankinden daha da fazla verimli oldu, keşke her gün böyle ders işlesek.”

D12: “Güzel ve eğlenceli.”

Yansıtıcı günlük formu 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.60’da sunulmuştur:

**Tablo 4.60.** 9. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Oyunlar	10
	Manipülatifler	2
	Hız	1
	Herşey	1
	<b>Toplam</b>	<b>14</b>

Öğrenciler süreçte en çok oyunları beğendiğini belirtmişlerdir. D2 ve D10 kodlu öğrenciler manipülatifleri, D6 kodlu öğrenci (internet) hızını, D1 kodlu öğrenci ise her şeyi beğendiğini belirtmiştir.

D2: *“Oyunlar, öğretici kavramlar”*

D3: *“Her zamanki gibi oyunlar çok hoşuma gitti”*

D10: *“Köşegenleri, katlanılınca nasıl olduğunu gösteren sayfa çok güzeldi, gerçekten beğendim.”*

D13: *“Zorlayıcıydı ama oyunlar eğlenceliydi.”*

Yansıtıcı günlük formu 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.61’de sunulmuştur:

**Tablo 4.61.** 9. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Zorluklar</b>	Yok	11
	Oyunlar	1
	Sorular	1
	<b>Toplam</b>	<b>13</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte zorlanmadığını belirtmiştir. D3 kodlu öğrenci oyunlarda, D15 kodlu öğrenci ise sorularda zorlandığını belirtmiştir:

D3: “Kurbağa oyununda biraz zorlandım.”

D15: “Sorular zordu.”

Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.62’de sunulmuştur:

**Tablo 4.62.** 9. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Değiştirilmesi İstenenler	Yok	13
	Hızlıresim	1
	<b>Toplam</b>	<b>14</b>

Öğrencilerin nerdeyse tamamı süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmiştir. D2 kodlu öğrenci hızlıresim uygulamasının olmaması gerektiğini belirtmiştir:

D2: “Hızlı resim uygulaması olmasa güzel olurdu.”

Öğrencilerin 9. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genel olarak süreçten memnun kaldığı ve genel olarak bu süreçte değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığı görülmüştür.

#### **4.2.4.10. 10. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

10. haftada Prizmalar konusuna dair kazanımlar işlenmiştir. 1. sayfada Platonik cisimler kavramına dikkat çekilmiştir. Youtube’dan bir video ile bu kavrama dair bilgiler sunulmuştur. Mathigon sitesinden Platonik cisimlere dair detaylı bilgilerin sunulduğu bağlantı linki öğrencilere sunulmuştur (<https://mathigon.org/course/polyhedra/platonic>). NCTM sitesinden öğrencilere Platonik cisimlere dair bağlantı linki sunulmuştur (<https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Geometric-Solids/>).

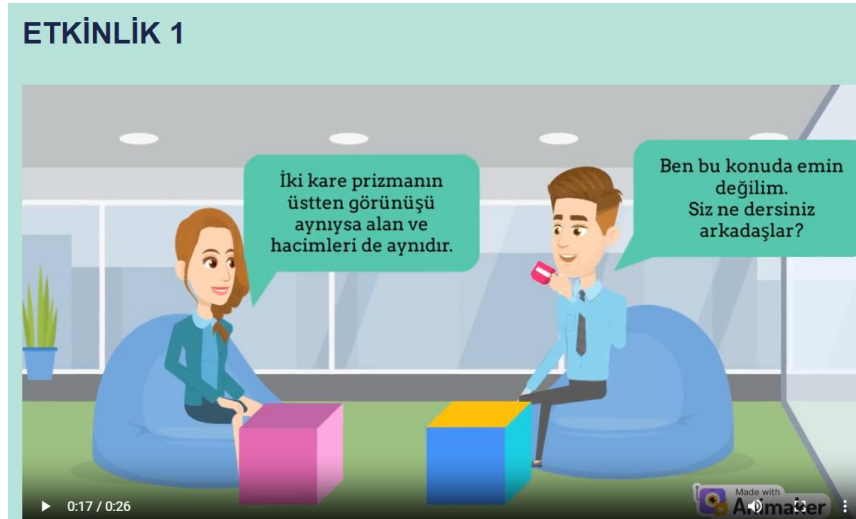
10. hafta 2. sayfada prizmalardan örnekler sunularak öğrencilerden prizma çeşidi, düzgün piramit olup olmadığı, ayrıt ve yüzey sayıları bilgilerini içeren tabloyu doldurmaları

istenmiştir

([https://docs.google.com/spreadsheets/d/1FWW9lfFdQXyA0MIEdK\\_IzP7KHUY0C-3NjGCR0AUrZV8/edit?gid=0#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1FWW9lfFdQXyA0MIEdK_IzP7KHUY0C-3NjGCR0AUrZV8/edit?gid=0#gid=0)). Öğrenciler araştırmacı öğretmen ile sınıf ortamında tabloyu doldurmuşlardır.

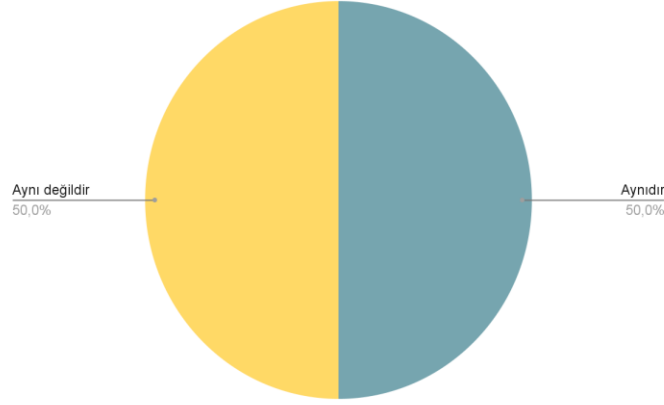
10. hafta 3. sayfada birim küplerden oluşan şekillerin farklı açılardan nasıl görüldüğü sanal manipülatifler yoluyla öğrencilere sunulmuştur. Mathplayground sitesinden bağlantısı paylaşılan 3d oluşturucu'da birim küplerden şekiller oluşturup bunların farklı açılardan görünümü incelenmiştir ([https://www.mathplayground.com/3d\\_builder.html](https://www.mathplayground.com/3d_builder.html)). Media.pearson sitesinde çeşitli prizmaların açınımı ve farklı açılardan görünümü incelenmiştir ([https://media.pearsoncmg.com/curriculum/math/Tools/tools/EnvisionGeometry.html?helpDir=../help\\_mt&returnURL=../MTindex.html&mode=2](https://media.pearsoncmg.com/curriculum/math/Tools/tools/EnvisionGeometry.html?helpDir=../help_mt&returnURL=../MTindex.html&mode=2)). Toytheater sitesinde de birim küplerden şekiller oluşturup bunların farklı açılardan görünümünün incelendiği bağlantı linki öğrencilere sunulmuştur(<https://toytheater.com/cube/>).

10. hafta 4. sayfada öğrencilere bir animasyon izletilerek öğrencilerden animasyon içerisindeki probleme cevap istenmiştir. Problem yoluyla öğrencilerden üstten görünüşü aynı olan kare prizmaların alan ve hacimlerinin eşit olup olmadığını sorgulamaları beklenmektedir. Etkinlikte öğrencilerden iki kare prizmayı ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), problemin sonucuna dair genel bir kural oluşturmaları (G10), çözüme dair varsayımlar oluşturmaları (KY8) beklenmektedir. Animasyondan alınmış bir görüntü Şekil 4.91'de verilmiştir:



Şekil 4.91. 10. hafta Etkinlik 1'e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 1'e verdikleri yanıtların oranı şekil 4.92'de verilmiştir:



Şekil 4.92. 10. hafta Etkinlik 1'e dair öğrenci cevaplarının dağılımı.

Şekil 4.92 incelendiğinde öğrencilerin yarısının soruya doğru yanıt verdiği görülmüştür. Ancak bu öğrencilerin birçoğu gerekçesini doğru bir şekilde sunamamıştır.

D10: “Üstten görünüşü aynı diye cisimlerin alan ve hacimleri aynı olacak diye bir durum söz konusu olamaz. (G6, G9). Kare prizmaya da üstten bakılınca kare gibi görünüyor, kareye de üstten bakılınca kare gibi görünüyor.” (İ2, İ3).

D11: “Aynı değildir. Çünkü boyuna boyutu aynı olmayabilir.” (İ3)

D14: “Kare prizmada yükseklikler farklı olabilir, bu nedenle adamın dediği doğrudur” (İ3).

Öğrencilerin yanlış cevapları incelendiğinde gerekçe olarak kare prizmanın tüm yüzeylerinin aynı olduğunu belirtmişlerdir (G7). D5 ve D13 kodlu öğrenciler karenin tüm ayrıtları aynı olduğundan kare prizmanın da alan ve hacimlerinin aynı olacağını (İ4) belirtmişlerdir. Bu durum aynı A aynı B sezgisel kuralıyla açıklanabilir.

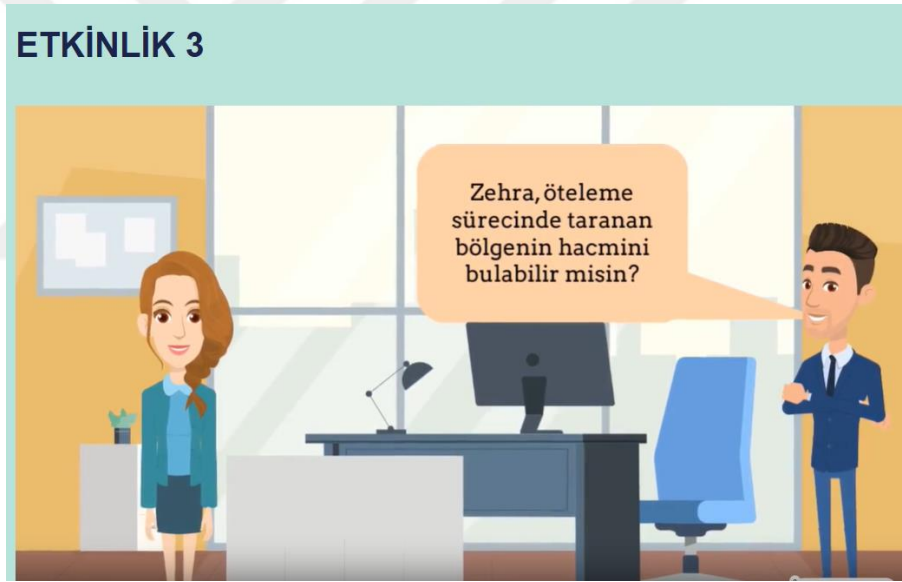
D5: “Evet kız haklı, kare prizmanın bütün yüzeyleri aynı olduğu için alanları da aynıdır.”

D12: “Kadın haklı gibi. Sonuçta dış eşit görünüyorsa içte eşittir.” şeklinde bir gerekçe sunarak aynı A aynı B sezgisel kuralını kullanmıştır.

10. hafta 5. sayfada öğrencilere “ $1+2+3+...+n$  toplamını yani 1'den n'e kadar ardışık terimlerin toplamını birim küpler kullanarak hesaplayabilir misiniz? Açıklayınız.” şeklindeki Etkinlik 2 sunulmuştur. Bu etkinlikte öğrencilerden örüntüye dair kural oluşturmaları (G10), düzenli durum değerlendirmeleri ile keşfetmeleri (KY2), belli bir doğal sayıya kadar olan doğal

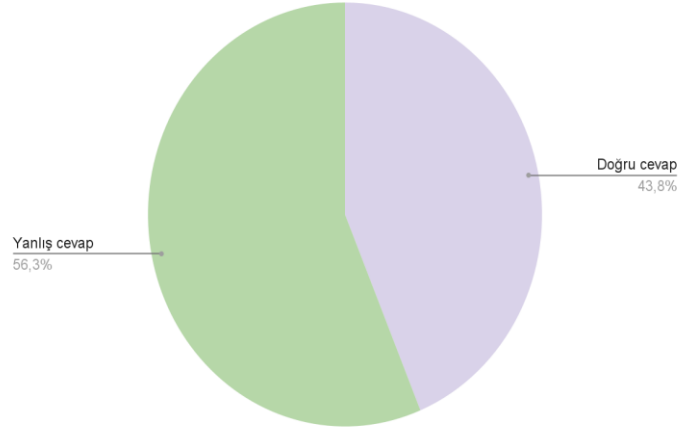
sayıların toplamını göz önünde bulundurmaları (KY3), çözüme dair varsayımlar oluşturmaları (KY8) beklenmektedir. Öğrencilerden hiçbiri soruya doğru yanıt verememiştir. Öğrencilerin doğru yanıtı anlayabilmesi için Yang Hui'ye dair bilgiler verilen ve Yang Hui'nin çözümünü içeren sayfanın linki sunulmuştur.

10. hafta 6. sayfada öğrencilere bir animasyon yoluyla Etkinlik 3 sunulmuştur. Bu etkinlikte bir dikdörtgenin ötelenmesiyle taranan bölgenin hacmi sorulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte dikdörtgen ile dikdörtgenler prizmasının arasındaki ilişkiyi fark etmeleri (İ4), dikdörtgenden dikdörtgenler prizması oluşturmaları (G3), dinamik düşünceleri (DA1), öteleme sonucunda değişen ve değişmeyen özellikleri keşfetmeleri (DA2, DA6, DA8), çizimler yoluyla keşfetmeleri (KY1), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY2), son durumda dikdörtgenler prizması oluşacağını fark etmeleri (KY7) gerekmektedir. Animasyondan alınmış bir görüntü Şekil 4.93'te verilmiştir:



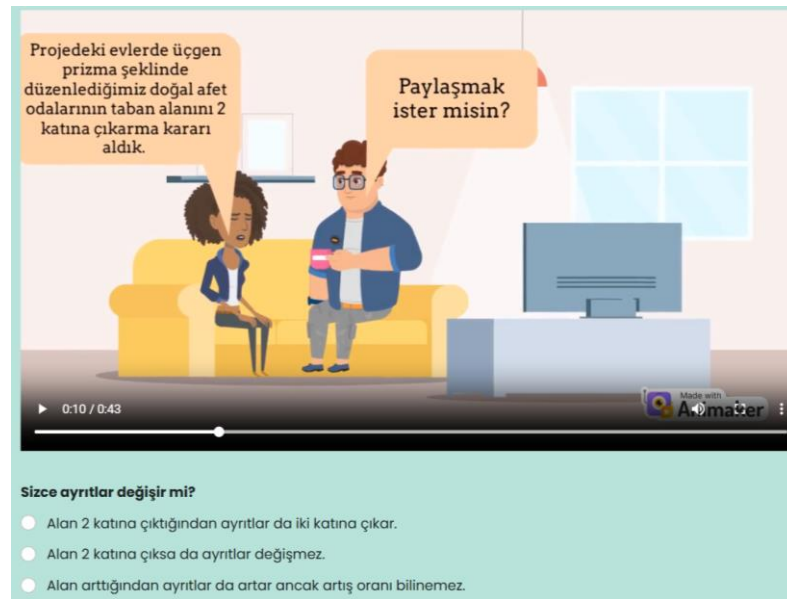
Şekil 4.93. 10. hafta Etkinlik 3'e dair animasyondan bir görüntü.

Şekil 4.94 incelendiğinde öğrencilerin yarısına yakını doğru cevabı vermiştir. Öğrencilerden D1, D5, D9, D16 kodlu öğrenciler oluşan şeklin bir dikdörtgenler prizması olduğunu (KY7) ve hacminin bileşenlerinin çarpımı olduğunu (G9) belirtmişlerdir.



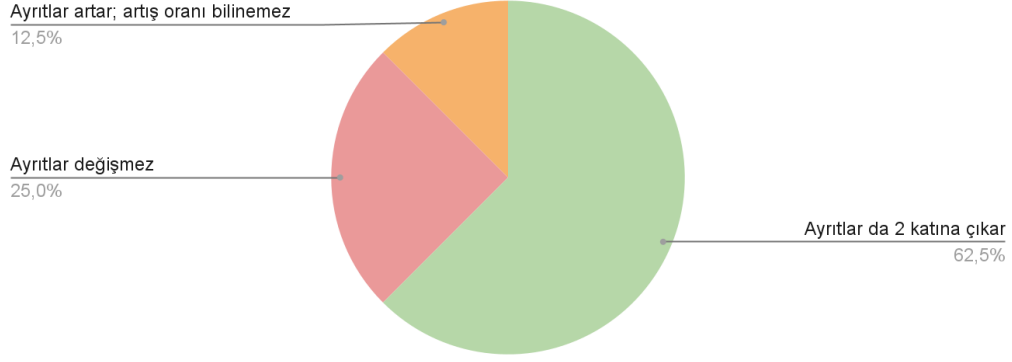
Şekil 4.94. Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 3'e dair cevaplarının dağılımı.

10. hafta 7. sayfada öğrencilere bir animasyon yoluyla Etkinlik 4 sunulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte üçgen bir prizmanın taban alanını 2 katına çıkarmanın ayrıtları nasıl etkileyeceğini açıklamaları beklenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte taban alanı biri diğerinin iki katı olan iki üçgen prizmayı ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), taban alanının iki katına çıkması durumunu incelemeleri (G1, G3), taban alanı kuralını kullanmaları (G9), dinamik düşünceleri (DA1), alanı artırmanın neleri değiştirip neleri değiştirmeyeceğini keşfetme (DA2, DA6, DA8), çizimler yoluyla keşfetmeleri (KY1, KY2), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY4), sonuca dair varsayımlarda bulunup gerekçelendirmeleri (KY8) beklenmektedir. Şekil 4.95'te animasyondan alınmış bir görüntü sunulmuştur:



Şekil 4.95. 10. hafta Etkinlik 4'e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 4'e verdikleri yanıtların oranı Şekil 4.96'da verilmiştir:



**Şekil 4.96.** Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 4'e dair cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin etkinliğe verdiği cevaplar incelendiğinde (Şekil 4.96) büyük bir çoğunluğunun yanlış cevap olan “Alan iki katına çıktığından ayrıtlar da iki katına çıkmıştır” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu durum öğrencilerin daha fazla A daha fazla B sezgisel kuralını kullandıklarını göstermektedir.

D4: “Üçgenin taban alanı iki katına çıkarıldığında, üçgenin prizmanın tüm ayrıtları da iki katına çıkar çünkü prizmanın tabanı, bu genişlemenin bir parçasıdır ve prizmanın diğer ayrıtları da artar.” (G3, DA2, KY8).

D5: “Taban alanı iki katına çıkarmak için mesela taban alanı bir kenarı 3 diğer kenarı 8 olarak düşünebiliriz, bu şekilde alanı 24 olur. 2 katına çıkarmak için 8'i 16 yapabiliriz. Yani ayrıtların uzunluğu 2 katına çıkmış olur.” (G7, G9).

D5 kodlu öğrenci alan formülünden yola çıkarak (G9) cevabı oluşturmuştur ancak yanlış bir sonuca varmıştır (G7).

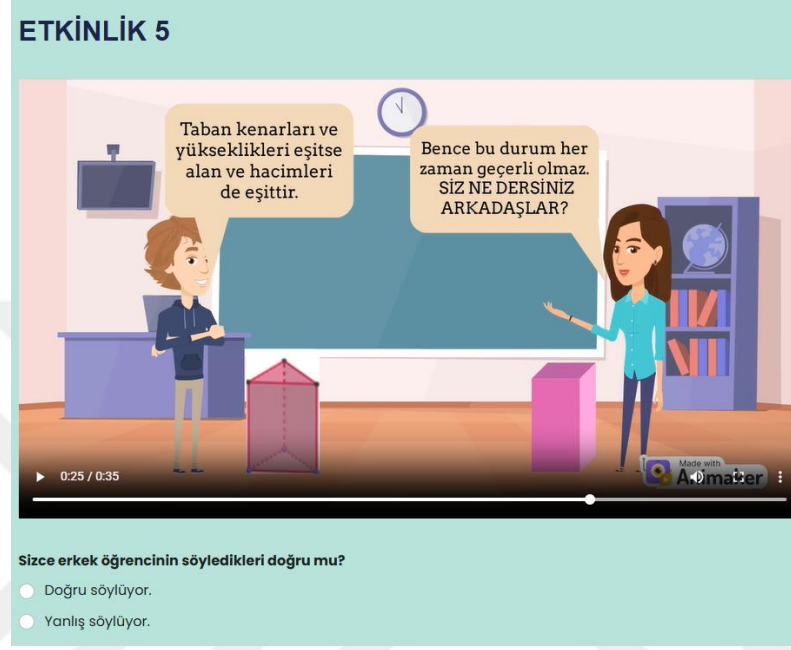
D10: “Alanın 2 katına çıkması ayrıtları değiştirmez. Taban alanının ayrıtlarla bir ilgisi yoktur diye düşünüyorum.” (G7).

D11: “Alan 2 katına çıktığından ayrıtlar da iki katına çıkar. Çünkü doğru orantılı.” (G9).

D2 ve D13 kodlu öğrenciler doğru cevabı vermelerine rağmen doğru bir gerekçe sunamamışlardır.

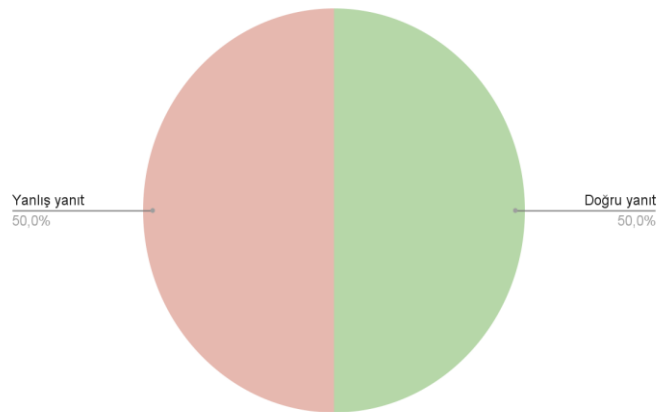
10. hafta 8. sayfada öğrencilere bir animasyon yoluyla Etkinlik 5 sunulmuştur. Öğrencilerden bu etkinlikte taban kenarları ve yükseklikleri aynı olan bir üçgen prizma ile bir

kare prizmanın yüzey alanları ve hacimlerinin de eşit olup olmadığını açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte üçgen prizma ile kare prizmayı ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), taban ayırıtı ve yüksekliğinin eşit olması durumunu incelemeleri (G1, G3), alan ve hacim kuralını kullanmaları (G9), sonuca dair varsayımlarda bulunup gerekçelendirmeleri (KY8) beklenmektedir. Animasyondan alınmış bir görüntü Şekil 4.97’de sunulmuştur:



Şekil 4.97. 10. hafta Etkinlik 5’e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 5’ e verdikleri yanıtların oranı şekil 4.98’te verilmiştir:



Şekil 4.98. Öğrencilerin 10. hafta Etkinlik 5’e dair cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin yarısının Etkinlik 5’te sorulan soruya doğru cevap verdiği (Şekil 4.98) görülmüştür. D1, D2, D4, D6, D10, D11, D13, D14 kodlu öğrenciler soruya doğru cevap

vermişlerdir. Öğrenciler verdikleri cevaba gerekçe olarak şekillerin farklı olduğunu belirtmişlerdir (G1, KY8).

D4: *“Eğer ikisi de aynı şekle sahip olsaydı olurdu, ama aynı şekil olmadıkları için olmaz.”*

D10: *“Taban kenarları veya yükseklik aynı olsa dahi bu cisimlerin alanları ve hacimleri eşit değildir. Her iki cisimde farklı cisimlerdir.”*

D13: *“Erkek öğrenciye katılmıyorum, çünkü şekiller farklı eğer şekiller aynı olsaydı bu durum geçerli sayılabilirdi.”*

Yanlış cevap veren öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde öğrencilerin hacim ve alan bağıntılarını kullandıkları görülmüştür (G9):

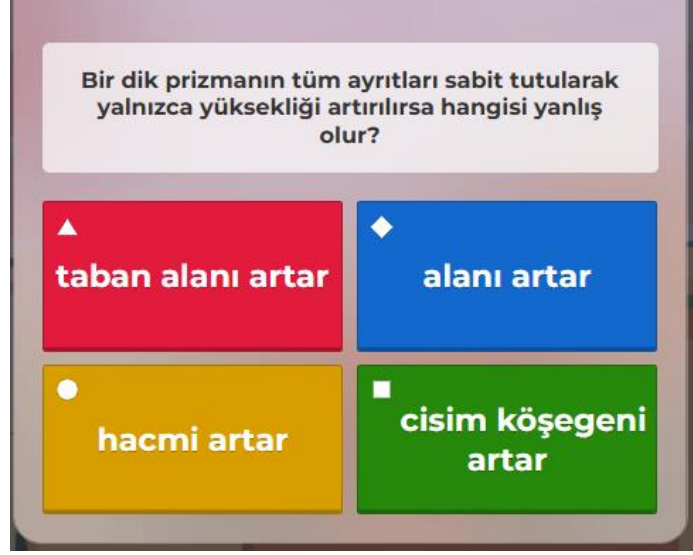
D5: *“Hacim taban alan çarpı yükseklik şeklinde bulunur, doğrudur.”*

D16: *“Çünkü bütün dik prizmaların hacmi taban alanı çarpı yükseklik ile bulunur.”*

10. hafta 9. sayfada öğrencilere Mathplayground sitesinden sunulan sayfada birim küplerden oluşan şekillerin içinde kaç birim küp olduğunu bulmalarını gerektiren bir oyun bağlantısı sunulmuştur ([https://www.mathplayground.com/cube\\_perspective.html](https://www.mathplayground.com/cube_perspective.html)). Oyun 10 sorudan oluşmuş ve her sorunun zorluk seviyesi giderek artmıştır.

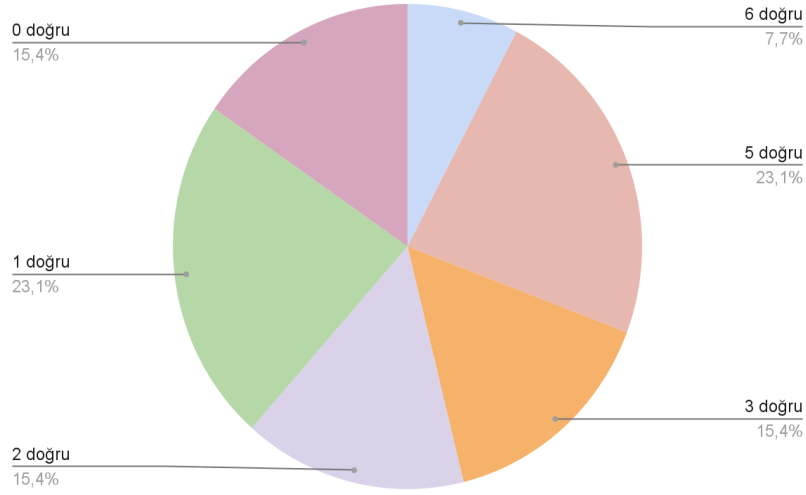
10. hafta 10. sayfada birim küplerle yapılan şekillerin birim küp sayısı, prizma hacmi, taban alanı, yüksekliği, yüzey alanı bilgilerini içeren bir tabloyu doldurmaları istenmiştir (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1i6d6iUw-BUIJZlhG-RfJqvSTfSgNQsUGa--Hwq5FXKQ/edit?hl=tr&gid=0#gid=0>). Öğrenciler araştırmacı öğretmen ile sınıf ortamında tabloyu doldurmuşlardır.

10. hafta 11. sayfada öğrencilere Kahoot üzerinden araştırmacı tarafından hazırlanan bir süreç değerlendirme testi uygulanmıştır. Bu yarışmada 8 soru bulunmaktadır. Sorulardan ikisi doğru yanlış, diğerleri çoktan seçmelidir. Yarışma için verilen süre 5 dakika 40 saniyedir. Yarışma sorularından biri Şekil 4.99’da verilmiştir:



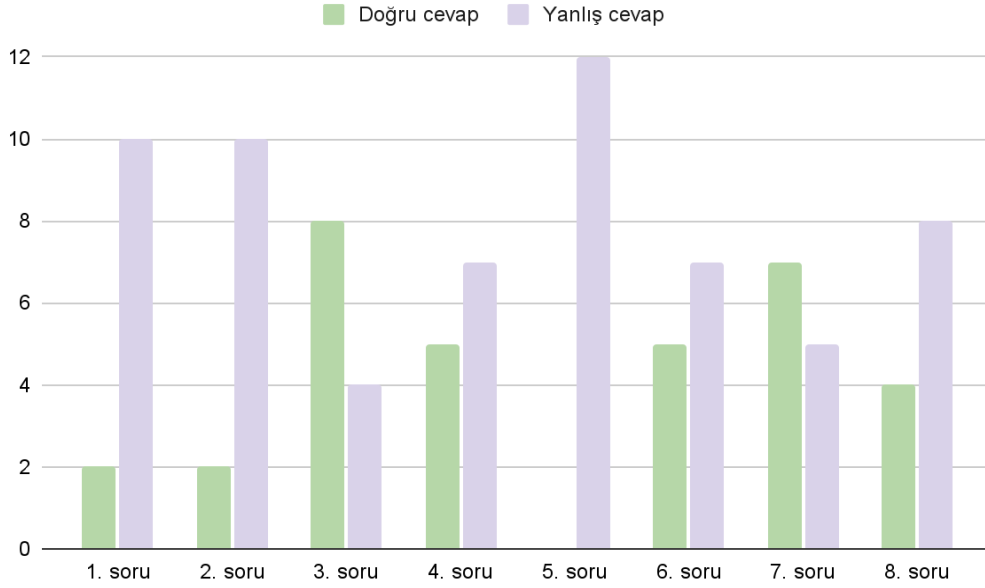
Şekil 4.99.10. hafta Kahoot etkinliğine dair bir soru görüntüsü.

Öğrencilerin yarışmada başarı oranı %32,7'dir. Öğrencilerin yarışmadaki doğru sayısı en fazla 6'dır (Şekil 4.99). D3 kodlu öğrenci 6 doğru yanıt vererek en fazla doğru yanıt veren öğrenci olmuştur. D5, D13, D14 kodlu öğrenciler 5 doğru yanıt vermişlerdir. D9 ve D16 kodlu öğrenciler ise hiç doğru yanıt verememiştir.



Şekil 4.100. Öğrencilerin 10. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin 10. Hafta Kahoot etkinliğindeki sorulara verdikleri yanıtların sayısı Şekil 4.101'de verilmiştir:



**Şekil 4.101.** Öğrencilerin 10. hafta Kahoot etkinliğine dair doğru-yanlış cevap durumu.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar (Şekil 4.101) incelendiğinde öğrencilerin en fazla 3. soruya doğru yanıt verdikleri görülmüştür. Bu soru “*Prizmalar tabanlarındaki çokgenlere göre isimlendirilirler.*” şeklindeki bir doğru yanlış sorusudur. Öğrencilerin yarısından çoğunun 7. soruya doğru cevap verdiği görülmüştür. Bu soru “*Bir küpün köşesinden bir parça çıkarmak ile köşesi dışında bir yerinden parça çıkarmak, alan ve hacme aynı etki eder.*” şeklindeki bir doğru yanlış sorusudur.

Öğrencilerin hiçbiri 5. soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soru “*Dikdörtgen prizma şeklinde kutuya küpler yerleştiriliyor. Küplerin ayrıtı 2 katına çıkarılırsa küp sayısı nasıl değişir?*” şeklindeki sorudur. Öğrencilerin çoğunluğu küp sayısının dörtte birine düşeceğini belirtmiştir. 1. soruya yalnızca D14 ve D15 kodlu öğrenciler doğru cevap vermiştir. Bu soru “*Hangisi dik prizmalara dair özelliklerdendir?*” sorusudur. 2. soruya yalnızca D3 ve D5 kodlu öğrenciler doğru cevap vermiştir. Bu soru “*Bir dik prizmanın tüm ayrıtları sabit tutularak yalnızca yüksekliği artırılırsa hangisi yanlış olur?*” şeklindeki sorudur.

10. haftada Katı Cisimler konusuna dair etkinlikler sunulmuştur. Öğrencilerin bu haftada ZGA’nın yanı sıra sezgisel kuralları da kullandıkları görülmüştür.

10. hafta 12. sayfada yansıtıcı günlük formu linki öğrencilere sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme

etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.63’te sunulmuştur:

**Tablo 4.63.** 10. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Sürece Dair Düşünceler	Beğeni	8
	Eğlenceli	3
	<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreci beğendiğini belirtmiştir. D12, D14 ve D16 kodlu öğrenciler sürecin eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir.

Yansıtıcı günlük formu 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.64’te sunulmuştur:

**Tablo 4.64.** 10. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Beğenilen Durumlar	Kahoot	4
	Oyunlar	3
	Hız	1
	Farklılık	1
	Her şey	1
	<b>Toplam</b>	<b>10</b>

Öğrenciler süreçte en çok Kahoot yarışmasını ve oyunları beğendiğini belirtmişlerdir. D12 kodlu öğrenci farklı olmasını, D6 kodlu öğrenci (internet) hızını, D1 kodlu öğrenci ise her şeyi beğendiğini belirtmiştir.

D8: “*Oyunlar aktiviteler eğlenceli ve öğrenciyi çekiyor.*”

D12: “*Farklılık olmuş olması.*”

Yansıtıcı günlük formu 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.65’te sunulmuştur:

**Tablo 4.65.** 10. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Zorluklar</b>	Yok	6
	Bağlantılar	2
	Geliştirilmeli	1
	<b>Toplam</b>	<b>9</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte zorlanmadığını belirtmiştir. D12 ve D16 kodlu öğrenciler bazı bağlantılarda sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir:

D8: “*Yani geliştirilmeli.*”

D12: “*Bazı etkinliklere giremedim.*”

D16: “*Tablolarda resimleri göremedim tabloyu dolduramadım.*”

Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.66’da sunulmuştur:

**Tablo 4.66.** 10. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Değiştirilmesi İstenenler</b>	Yok	6
	Süre	1
	Oyun	1
	Bağlantı	1
	<b>Toplam</b>	<b>9</b>

Öğrencilerin çoğunluğu süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmiştir:

D6: “*Zaman fazla olsaydı.*”

D8: “*Oyun daha çok olsun.*”

D12: “*Daha iyi bir internet sistemi olabilir.*”

D12 kodlu öğrenci bazı etkinliklere girmediğinden internetin geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. D8 kodlu öğrenci ise uygulamanın daha fazla oyun içerecek şekilde geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunların dışında, öğrencilerin genel olarak süreçten memnun kaldığı ve süreçte değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığını görmüştür.

#### **4.2.4.11. 11. hafta etkinliklerinden elde edilen sonuçlar**

11. hafta 1. sayfada öğrencilere animasyon yoluyla bir küpün köşesinden bir parça çıkarıldığında küpün yüzey alanı ve hacminde değişiklik olup olmayacağı sorulmuştur. Bu etkinlikte öğrencilerden parçası çıkarılmış küp ile başlangıçtaki küpün özelliklerini ilişkilendirmeleri (İ4), parçanın çıkarılması durumunu yorumlamaları (G1) ve bu yeni durumun değişen özelliklerini fark etmeleri (G3), oluşan durumun tüm prizmalar için geçerli olup olmayacağını belirtmeleri (G5), sonucun geçerli olmadığı durumları keşfetmeleri (G6), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), dinamik düşünmeleri (DA1), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY4), sonuç hakkında varsayımlarını gerekçelendirmeleri (KY8) beklenmiştir. Animasyondan alınmış bir görüntü Şekil 4.102’de verilmiştir:

**ETKİNLİK 1**

Bu küp 9 birimküpten oluşuyor. Ve en köşeden bir birimküp karmışsın.

İzin ver bakayım.

Yani alanı ve hacmi değişmiş midir?

0:17 / 0:32

Made with Animater

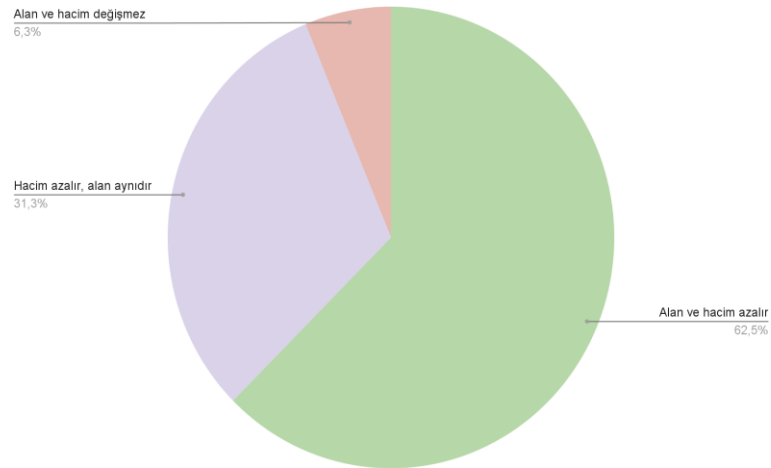
**Küpün alan ve hacmi nasıl değişir?**

- Parça sayısı azaldığından alan ve hacim azalır
- Alanı sabit kalır, hacmi azalır.
- Yüzey sayısı aynı kaldığından alan ve hacim değişmez.

**Cevabınızı açıklayınız. (Numaranızı belirtiniz)**

Şekil 4.102. 11. hafta Etkinlik 1'e dair animasyondan bir görüntü.

Öğrencilerin 11. hafta Etkinlik 1'e verdikleri yanıtların oranı Şekil 4.103'te verilmiştir:



Şekil 4.103. Öğrencilerin 11. hafta Etkinlik 1'e dair cevaplarının dağılımı.

Öğrencilerin Etkinlik 1'e verdiği yanıtlar incelendiğinde (Şekil 4.103) D5, D7, D11, D13, D15 kodlu öğrencilerin soruya doğru cevap verdiği (hacim değişmez, alan azalır) görülmüştür.

D5: "3 yüzey alan çıkarılmış, 3 yüzey alan eklendiği için aynı kalır ama bir parça çıkarıldığı için hacim azalır." (İ4, G1, G3, G10, KY4, KY8).

D11: “Alan değişmez sadece parça azaldığı için sadece hacmi azalır.” (G1, G3, G10, KY4, KY8).

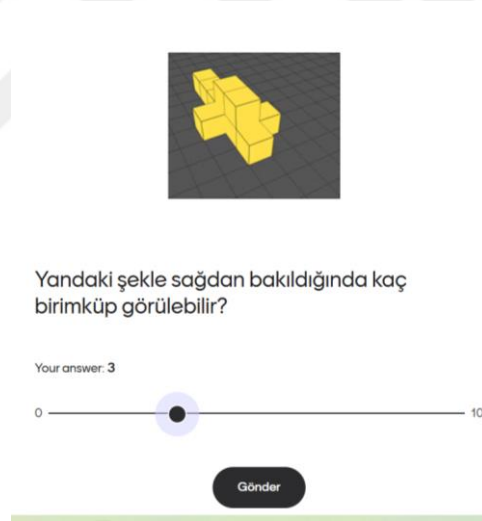
Öğrencilerin yanlış cevaplarına verdikleri gerekçeler incelendiğinde parça sayısının azaldığı için alan ve hacmin azalması gerektiğini belirttikleri görülmüştür:

D3: “Parça sayısı ile alan ve hacim doğru orantılıdır.” (G7)

D12: “Alan değişiyor, hacmi azalıyor yani ikisi de azalmış.” (G3, KY4, KY8).

D14: “Parça sayısı değiştiği için değişir.” (KY8).

11. haftada 2. sayfada öğrencilere Menti uygulamasından araştırmacı tarafından oluşturulan bir oyunun (Şekil 4.104) linki verilmiştir (<https://www.menti.com/al2j3iq96wty/1>). Oyun 4 sorudan oluşmaktadır. Bunlardan biri çoktan seçmeli, biri kısa cevaplı, biri doğru yanlış ve biri de sayı doğrusundan sonucu işaretleme şeklindedir.



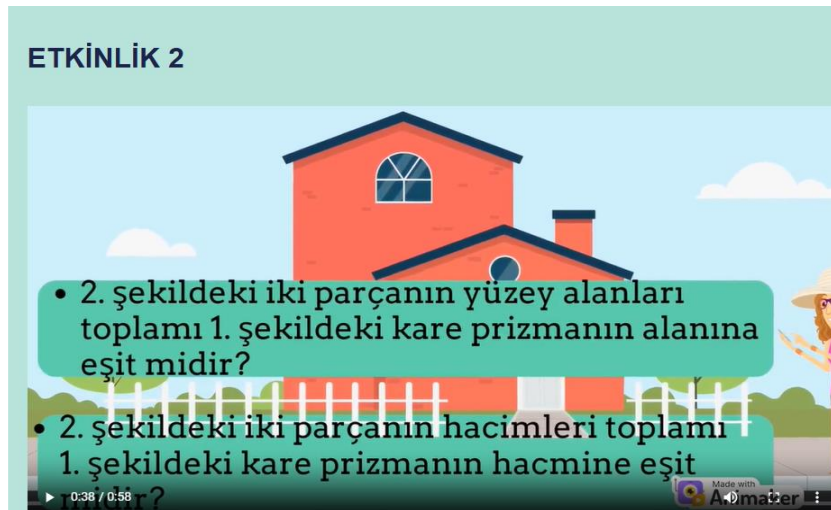
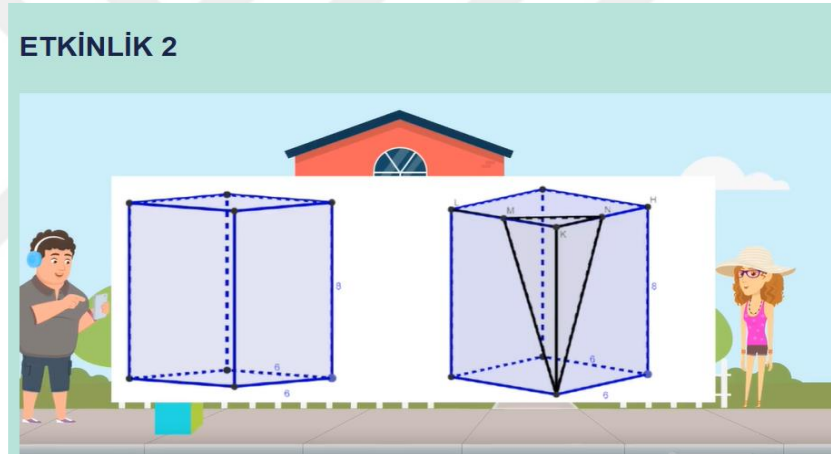
Şekil 4.104. 11. hafta 2. sayfa Menti uygulamasından bir görüntü.

11. hafta 3. sayfada Piramitler konusuna dikkat çekmek için Büyük Piramit ile ilgili bir video bağlantısı sunulmuştur. Öğrencilerin konuya dikkatini çeken bu video ile Piramit konusuna giriş yapılmıştır.

11. hafta 4. sayfada piramitlerden örnekler sunularak öğrencilerden piramit çeşidi, köşe sayısı, ayrıt ve yüzey sayıları bilgilerini içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/14ivblCArFbKZ5DD->

[RWU9J\\_RBSfdcjtt025clMva2tJU/edit?hl=tr&gid=0#gid=0](https://www.researchgate.net/publication/351111111) ). Öğrenciler araştırmacı öğretmen ile sınıf ortamında tabloyu doldurmuşlardır.

11. hafta 5. sayfada öğrencilere animasyon yoluyla bir kare prizmanın köşesinden bir üçgen piramit parça çıkarıldığında oluşan iki parçanın toplam yüzey alanları ve hacimlerinin başlangıçtaki kare prizmanın yüzey alanı ve hacmine eşit olup olmayacağı sorulmuştur. Bu etkinlikte öğrencilerden iki şekli ilişkilendirmeleri (İ1, İ2, İ3, İ4), şeklin içinde alt şekil oluşturarak şekli alt şekliyle ilişkilendirmeleri (İ6), parçanın çıkarılması durumunu yorumlamaları (G1) ve bu yeni durumun değişen özelliklerini fark etmeleri (G3), sonucun geçerli olmadığı durumları keşfetmeleri (G6), evrensel bir kural oluşturmaları (G10), dinamik düşünceleri (DA1), değişiklikleri göz önünde bulundurmaları (KY4), sonuç hakkında varsayımlarını gerekçelendirmeleri (KY8) beklenmiştir. Animasyondan alınmış görüntüler Şekil 4.105'te verilmiştir:



Şekil 4.105.11. hafta Etkinlik 2'ye dair animasyondan alınmış görüntüler.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde yalnızca D5 kodlu öğrencinin soruya doğru cevap verdiği görülmüştür:

D5: “Yüzey alandan bir parça alındığında çıkarılan parçayla eklenen parçanın yüzey alanı aynı olmuyor ama 2 parça toplandığında hacmi aynı alır. Yani yüzey alan azalır, hacim aynı kalır.” (İ6, G3, DA1, KY4, KY8).

Öğrencilerin birçoğu parça sayısı azalacağından yüzey alanı ve hacminin de azalacağını belirtmişlerdir.

D10: “Eşit değildir çünkü ayrılan iki parçanın yüzey alanları karenin yüzey alanıyla aynı olmaz. Ayrılan dik üçgenin yüzey alanı farklıdır. Hacimleri eşit değildir diye düşünüyorum.” (İ6, G3, DA1, KY4, KY8).

D16: “Hacim yükseklik ve yüzey alana bağlıdır, yüzey alanı azalır, yüzey alan azaldığı için hacimde azalır” (G9, KY8).

11. hafta 6. sayfada öğrencilere Shodor sitesinden Yüzey Alanı ve Hacim uygulamasının bağlantısı sunulmuştur (<http://www.shodor.org/interactivate/activities/SurfaceAreaAndVolume/>). Öğrenciler bu uygulamada dikdörtgenler prizması ve üçgen prizmalardan istedikleri boyutlarda oluşturup yüzey alanı ve hacmini ayrıt uzunluklarına bağlı olarak inceleme imkanına sahiptirler. Ayrıca bu sayfada Geogebra yoluyla geometrik cisimlerin açınımlarının incelendiği bağlantı da sunulmuştur (<https://www.geogebra.org/m/qUvf6h3z#chapter/7323>). Böylelikle öğrenciler farklı cisimlerin farklı açınımlarını görebilmişlerdir.

11. hafta 7. sayfada öğrencilere Educaplay üzerinden araştırmacı tarafından oluşturulan Piramitler konusu ile ilgili oyun bağlantısı sunulmuştur. Oyunda öğrencilerden verilen ipuçlarını kullanarak istenilen piramit türünü bulmaları beklenmiştir (<https://www.educaplay.com/learning-resources/17307389-piramitler.html>).

11. hafta 8. sayfada öğrencilere Scratch üzerinden araştırmacı tarafından oluşturulan bir oyun bağlantısı verilmiştir (<https://scratch.mit.edu/projects/979907207/fullscreen/>). Öğrenciler bu oyun ile Dörtgenler konusuna dair bilgilerini eğlenceli bir şekilde gözden geçirebileceklerdir.

11. hafta 9. sayfada öğrencilere Flippity uygulaması üzerinden oluşturulmuş bir oyun linki [sunulmuştur \(https://www.flippity.net/qs.php?k=1h11gzqIAOIqkMyHOUnTjs54TdmYCEzQxkKWzp8RxAZE\)](https://www.flippity.net/qs.php?k=1h11gzqIAOIqkMyHOUnTjs54TdmYCEzQxkKWzp8RxAZE). Bu oyun Çokgenler, Dörtgenler, Prizmalar ve Piramitler olmak üzere 4 kategoriden 100, 200, 300 ve 400 puanlık soruları kapsamaktadır. Takım halinde ve araştırmacı yönetiminde oynanabilen oyun sınıf ortamında araştırmacı tarafından sınıfa sunularak oynanmıştır.

11. hafta 10. sayfada Piramitler ve Prizmalar ile ilgili araştırmacı tarafından tasarlanan oyun bağlantısı sunulmuştur (<https://www.plickers.com/set/65a27b38e0e662c3b57f9f23#now-playing>). Bu oyun dört sorudan oluşmaktadır. Uygulamada öğrencileri oluşturulan sınıfa ekleyerek yanıtları görmek mümkündür.

11. hafta araştırmada öğretim sürecinin son haftası olduğundan Piramitler konusunun yanında dörtgenler ve prizmalar konularına da dair etkinlikler sunulmuştur. Bu haftada etkinlik sayısı az olduğundan öğrencilerin kullandıkları ZGA da az sayıdadır.

11. hafta 11. sayfada öğrencilere yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulmuştur. Yansıtıcı günlük formu 4 sorudan oluşmaktadır. 1. soru “Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.67’de sunulmuştur:

**Tablo 4.67.** 11. hafta yansıtıcı günlük formu 1. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Sürece Dair Düşünceler	Beğeni	9
	Eğlenceli	2
	Verimli	2
	<b>Toplam</b>	<b>13</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreci beğendiğini belirtmiştir. D14 ve D16 kodlu öğrenciler sürecin eğlenceli olduğunu; D9 ve D15 kodlu öğrenciler sürecin verimli olduğunu belirtmişlerdir:

D9: “Yaptığımız tablolar sayesinde daha güzel öğrendim.”

D10: “Cisimlerin açılımını gösteren ve piramitle ilgili video çok güzeldi.”

Yansıtıcı günlük formu 2. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.68’te sunulmuştur:

**Tablo 4.68.** 11. hafta yansıtıcı günlük formu 2. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
<b>Beğenilen Durumlar</b>	Videolar	4
	Herşey	3
	Oyunlar	1
	Hız	1
	Sorular	1
	Yok	2
	<b>Toplam</b>	<b>12</b>

Öğrenciler süreçte en çok videoları beğendiğini belirtmişlerdir. D2 kodlu öğrenci oyunları, D6 kodlu öğrenci (internet) hızını, D14 kodlu öğrenci soruları beğendiğini belirtmiştir. D5 ve D11 kodlu öğrenciler süreçte beğendikleri hiçbir şeyin olmadığını belirtirken, D1, D12, D14 kodlu öğrenciler her şeyi beğendiğini belirtmişlerdir:

D10: “Cisimlerin açılımını gösteren ve piramitle ilgili video çok güzeldi. Daha fazla olmalıydı bence.”

D16: “YouTube videoları”

Yansıtıcı günlük formu 3. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığımız zorluklar nelerdir?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.69’da sunulmuştur:

**Tablo 4.69.** 11. hafta yansıtıcı günlük formu 3. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
<b>Zorluklar</b>	Yok	11
	Oyunlar	1
	<b>Toplam</b>	<b>12</b>

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte zorlanmadığını belirtmiştir. D8 kodlu öğrenciler bazı oyunlarda sorun yaşadığını belirtmiştir:

D8: *“Plickers mi ne vardı o bizi yordu.”*

Yansıtıcı günlük formu 4. sorusu “Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?” şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarına dair kodlar Tablo 4.70’te sunulmuştur:

**Tablo 4.70.** 11. hafta yansıtıcı günlük formu 4. soruya verilen cevaplara dair tema ve kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Değiştirilmesi İstenenler	Yok	10
	Oyun	1
	Bağlantı	1
	<b>Toplam</b>	<b>12</b>

Öğrencilerin çoğunluğu süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmiştir:

D8: *“Plickers’in kaldırılması.”*

D10: *“Hizliresim.com'a göndermeli sorular çok kötü.”*

Öğrencilerin 11. hafta yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genel olarak süreçten memnun kaldığı ve genel olarak bu süreçte değiştirmek istedikleri bir şeyin olmadığı görülmüştür. Yalnızca D8 kodlu öğrenci Plickers uygulamasından hazırlanan oyunda zorlandığını ve kaldırılması gerektiğini belirtmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin 11 haftalık etkinlik sürecinde kullandıkları ZGA ve sezgisel kurallar Tablo 4.71’de belirtilmiştir:

**Tablo 4.71.** Öğrencilerin etkinlik süresince kullandıkları ZGA ve sezgisel kurallar.

	Öğrencilerin Kullandıkları ZGA	Öğrencilerin Kullandıkları Sezgisel Kurallar
1. Hafta	İ1, G9	
2. Hafta	İ2, İ3, G1, G5, G9, G10	Aynı A aynı B
3. Hafta	İ5, G10, KY1, KY4	Daha fazla A daha fazla B
4. Hafta	İ5, İ6, İ8, G1, G2, G9, DA1, DA2, KY1	
5. Hafta	İ2, İ4, İ8, G1, G7, G9, G10, DA2, DA8, KY1, KY8	Aynı A aynı B
6. Hafta	İ2, İ6, İ9, G1, G7, G10, DA2, DA6, DA8, KY1, KY2	
7. Hafta	İ2, İ4, İ5, İ6, İ8, G1, G2, G3, G6, DA2, DA8, KY1, KY7, KY8	Aynı A aynı B
8. Hafta	İ1, G1, G10, DA2, DA5, KY1, KY7	Aynı A aynı B
9. Hafta	G9, KY1, KY4	
10. Hafta	İ2, İ3, G3, G1, G6, G7, G9, G10, DA2, KY7, KY8	Aynı A aynı B, Daha fazla A daha fazla B
11. Hafta	İ4, İ6, G1, G3, G7, G9, DA1, KY4, KY8	

Tablo incelendiğinde öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinin uygulandığı süreçte ilk haftalarda ZGA'yı oldukça az kullanıldığı görülsede zamanla kullanılan alışkanlıkların oranı artmıştır. Öğrencilerin en sık kullandıkları alışkanlık özel durumlara geometrik fikirleri genelleme alışkanlığıdır. Değişmezleri araştırma alışkanlığı ise en az kullanılan alışkanlıktır. Öğrencilerin sezgisel kuralları ise birkaç soruda ve oldukça nadir kullandıkları görülmektedir.

#### 4.2.5. Araştırmanın on dördüncü alt problemine ilişkin bulgular

Araştırmanın on dördüncü alt problemi "10. sınıf geometri alanı konuları olan Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularında zenginleştirilmiş öğrenme ortamı kullanılan deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında, uygulamaya yönelik görüşleri nelerdir?" şeklindedir. Araştırmanın alt problemi kapsamında, 11 hafta süren uygulama sürecinin sonunda 6 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden ikisi ortalamanın üzerinde başarılı öğrencilerden, ikisi orta düzeyde başarılı öğrencilerden, ikisi ise ortalamadan düşük başarısı olan öğrencilerden seçilmiştir. Öğrencilerle birebir yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiştir:

##### 1) Zenginleştirilmiş öğrenme süreci hakkında ne düşünüyorsunuz?

Öğrencilerin sürece dair düşünceleri Tablo 4.72'de verilmiştir:

**Tablo 4.72.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 1. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

<b>Kod</b>	<b>Frekans tablosu</b>
Eğlenceli	3
Beğeni	3
Eğitici-öğretici	2
Teknik sorunlar	2
Verimli	1
Farklılık	1
Olumsuz deneyimler	1
Kalıcılık	1
Faydalı	1
Sıkıcı	1
<b>Toplam</b>	<b>16</b>

Zenginleştirilmiş öğrenme sürecine dair öğrenciler farklı görüşler sunmuştur. Öğrencilerden bazıları zenginleştirilmiş öğrenme süreci hakkında olumlu görüşler bildirmiş ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanında olumsuz deneyimlerini aktaran öğrenciler de bulunmaktadır:

D2: “Ben bayağı beğendim. Benim için faydalı, eğlenceli bir öğrenme süreci oldu.” (beğeni, faydalı, eğlenceli)

D3: “Bazı yerleri kötüydü. Oyunlar eğlenceli değildi, hep soru odaklıydı. Videoların sesi kötüydü, anlaşılmıyor.” (olumsuz deneyim, teknik sorunlar, sıkıcı)

D5: “Güzel. Geometri dersinde şekillerin, cisimlerin uygulaması ile zihnimizde daha kalıcı yer etti.” (Beğeni, kalıcılık)

D8: “Çok güzeldi. Bazı uygulamalar (hızlı resim) sıkıntılı. Kahoot da hep başarılı öğrenciler birinci oldu.” (beğeni, teknik sorunlar)

D12: “Eğlenceli, farklılıklar, öğrenmeye teşvik etme. Farklıydı, görsellik ön plandaydı.” (eğlenceli, farklı, öğretici)

D14: “Çok verimli, eğlenceli ve daha öğretici bir süreçti.” (verimli, eğlenceli, öğretici)

## 2)Zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinden hangileri size daha çok hitap ediyor?

Öğrencilerin süreçte en beğendikleri uygulamalar Tablo 4.73’te verilmiştir:

**Tablo 4.73.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 2. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
Kahoot	4
Oyunlar	3
Animasyon	2
Manipülatifler	1
Videolar	1
<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrenciler süreçte en çok Kahoot yarışmasını beğenmişlerdir. Ayrıca oyunlar, animasyonlar, videolar ve manipülatifler de öğrencilerin süreçte hoşuna giden öğretim araçlarıdır:

D8: “Oyunlar. İnsanın derse olan ilgisini artırıyor.”

D12: “Kahoot veya videolu sorular güzel. Özellikle Kahoot.”

## 3)Etkinlikler hakkında ne düşünüyorsunuz? Etkinlikler derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?

Öğrencilerin etkinlikler hakkında görüşleri Tablo 4.74’te verilmiştir:

**Tablo 4.74.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 3. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
<b>Olumlu Etki</b>	Beğeni	2
	Alıştırma ve pratik yapma	1
	Kalıcılık	1
<b>Olumsuz Etki</b>	Soruların karmaşıklığı	2
	Teknik sorunlar	1
<b>Toplam</b>		<b>7</b>

Öğrenciler etkinlikler hakkında olumlu ve olumsuz görüşler belirtmişlerdir. Öğrenciler sürecin pratik yapmalarında etkili olduğunu ve öğrendiklerinin kalıcı olduğunu belirtirken; soruları karmaşık bulan ve teknik sorunlar yaşadığını belirten öğrenciler de bulunmaktadır:

D2: “*Olumlu bir etkide bulundu. Alıştırma yapmak, etkinlik ve pratik yapmak için gayet güzel bence.*” (Beğeni, alıştırma ve pratik yapma)

D3: “*Ses anlaşılrsa güzeldi. Konuşması kötüydü.*” (Teknik sorunlar)

D5: “*Soruları anlamakta zorlandım.*” (Soruların karmaşıklığı)

D14: “*Çalışma kağıtları zihnimi açtı ve hafızamda daha iyi yer etti.*” (Kalıcılık)

#### **4) Karikatürler hakkında ne düşünüyorsunuz? Karikatürler derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?**

Öğrencilerin tamamı karikatürler hakkında olumlu görüş bildiren ifadeler kullanmışlardır (Tablo 4.75):

**Tablo 4.75.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 4. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
Beğeni	5
Görsellik	2
Eğlenceli	1
Motive edici	1
<b>Toplam</b>	<b>9</b>

D2: “*Karikatürler de gayet iyiydi. Resimlendirilmesi, mantığı iyiydi.*” (Beğeni, görsellik)

D5: “*Olumlu ve anlaşılır bir etkisi oldu.*” (Beğeni)

D8: “*Gayet güzeldi. Göze hitap ediyor.*” (Beğeni, görsellik)

D12: “*Olumlu etkide bulundu.*” (Beğeni)

D14: “*Eğlenceli ve güzel olması beni derse adapte etti.*” (Eğlenceli, beğeni, motive edici)

### **5) Matematik tarihi etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz? Matematik tarihi etkinlikleri derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?**

Öğrenciler matematik tarihi etkinlikleri hakkında olumlu görüşler bildirmişlerdir. Öğrencilerin matematik tarihi etkinliklerine dair görüşleri Tablo 4.76’da verilmiştir:

**Tablo 4.76.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 5. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

<b>Kod</b>	<b>Frekans</b>
Beğeni	6
Bilgi edinme	4
İlgi çekici	2
<b>Toplam</b>	<b>12</b>

Öğrenciler matematik tarihi etkinliklerinin bilgi edinmelerine sebep olan, ilgi çekici etkinlikler olduğunu belirterek beğeni ifadeleri kullanmışlardır:

D2: “Evet olumlu etkide bulundu. Yeni şeyler, yeni bilgiler öğrenmeme sebep oldu.” (beğeni, bilgi edinme)

D3: “Güzeldi, bilgi aldım, bilmemiz gereken şeyler vardı.” (beğeni, bilgi edinme)

D5: “Olumlu etki yarattı ve ilgimi çekti.” (beğeni, ilgi çekici).

D8: “Güzel, tarihsel bilgimizi artırıyor. Sıfırdan başlamak gibi bir şey. Tarih bilmeden yapamayız.” (beğeni, bilgi edinme)

D14: “Geçmiş tarih hakkında bilgiler öğrenmek benim derse olan ilgimi artırdı.” (bilgi edinme, ilgi çekici)

#### 6)Vpc etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz? Vpc etkinlikleri derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?

Öğrencilerin VPC etkinlikleri hakkında çoğunlukla olumlu görüş bildirmelerine rağmen, olumsuz görüş bildirdikleri de görülmüştür. Öğrencilerin VPC etkinliklerine dair görüşleri Tablo 4.77’de verilmiştir:

**Tablo 4.77.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 6. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

Tema	Kod	Frekans
	Beğeni	4
Olumlu Etki	Zihin geliştirici	3
	İlgi çekici	1
Olumsuz Etki	Zorlayıcı	3
<b>Toplam</b>		<b>11</b>

Öğrenciler VPC etkinliklerini ilgi çekici ve zihin geliştirici bulduklarını belirterek beğeni ifadeleri sunmuşlardır. Ancak bazı öğrenciler VPC etkinliklerinde zorlandıklarını da belirtmişlerdir:

D3: “Güzeldi, düşünceyi zihni geliştiriyor.” (beğeni, zihin geliştirici).

D5: “Olumlu etkide bulundu ve derse olan ilgimi artırdı. Düşüncelerimi geliştirdi.” (beğeni, ilgi çekici, zihin geliştirici).

D8: “Zorlandım çok yapamadım.” (zorlayıcı).

D14: “Biraz zorlayıcı ama zihnimi genişletti.” (zorlayıcı, zihin geliştirici).

### 7) Videolar hakkında ne düşünüyorsunuz? Videolar derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?

Öğrencilerin video etkinlikleri hakkında çoğunlukla olumlu görüş bildirmelerine rağmen, bazı öğrencilerin olumsuz görüş bildirdikleri de görülmüştür. Öğrencilerin videolara dair görüşleri Tablo 4.78’te verilmiştir:

**Tablo 4.78.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 7. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

Tema	Kod	Frekans
Olumlu Etki	Beğeni	4
	Eğlenceli	2
	İlgi çekici	1
Olumsuz Etki	Beğenmeme	1
	Soruların karmaşıklığı	1
<b>Toplam</b>		<b>9</b>

Öğrenciler videolar hakkında genellikle olumlu görüşler bildirmişlerdir. Öğrenciler videoları eğlenceli ve ilgi çekici bulmuşlardır. Ancak videoları beğenmeyen ve özellikle animasyon şeklinde hazırlanan soruları karmaşık bulan öğrenciler de bulunmaktadır:

D2: “Videolardan zaten daha çok olumlu bir etki oldu benim için. O yüzden videolar bana çok şey kattı. En çok videoları beğendim.” (beğeni)

D5: “Bazı videolar net anlaşılmıyordu. Videodan soruyu net anlayamadım.” (soruların karmaşıklığı)

D8: “10 numara. Bazı videolar komikti. Kendi ismimim geçtiği videoyu çok beğendim.” (beğeni, eğlenceli)

D14: “*Videoların görseli ilgi çekici ve eğlenceliydi. Olumlu etkiledi.*” (ilgi çekici, eğlenceli, beğeni).

### 8) Oyunlar hakkında ne düşünüyorsunuz? Oyunlar derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?

Öğrencilerin hepsi oyunlar hakkında olumlu görüş bildirmiştir. Öğrencilerin oyunlar hakkındaki görüşleri Tablo 4.79’da verilmiştir:

**Tablo 4.79.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 8. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

Kod	Frekans
Beğeni	6
Eğitici-öğretici	2
Eğlenceli	2
Aktif katılım	1
<b>Toplam</b>	<b>11</b>

Öğrenciler oyunları çok beğendiklerini belirtmişlerdir. Oyunların eğitici-öğretici, eğlenceli ve derse katılımı artırıcı olduğunu belirtmişlerdir:

D2: “*Çok güzeldi. Hem eğlendirici hem öğretici.*”

D3: “*Oyunlar güzeldi. Çok matematik vardı.*”

D5: “*Güzeldi. Eğlendim. Öğreticiydi.*”

D8: “*Çok güzeldi sıkıcılığı gideriyordu.*”

D14: “*Eğlenceli ve güzeldi. Derse katılım artırdı.*”

### 9) Derse katılımınızı yeterli buluyor musunuz? Öğrenme sürecine aktif katıldınız mı?

**Katılımınızı yeterli buluyor iseniz soru 10’u, bulmuyorsanız soru 11’i cevaplandırınız.**

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu sürece aktif katıldığını belirtirken öğrencilerden biri aktif katılmadığını belirtmiştir.

### 10) Sürece aktif katılımınız derse olan duygu ve düşüncelerinizi nasıl etkiledi?

Öğrencilerin aktif katılımları hakkındaki görüşleri Tablo 4.80’de verilmiştir:

**Tablo 4.80.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 10. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

Kod	Frekans
Derse olan ilgi	3
Beğeni	1
Heyecan verici	1
<b>Toplam</b>	<b>5</b>

Öğrenciler aktif katılımın olumlu etkilerinden bahsetmişlerdir:

D2: “Güzel etkiledi. Heyecan vericiydi. Aktif katıldığım zaman kendimi daha iyi hissediyorum.” (Beğeni, heyecan verici)

D5: “Derse olan ilgim arttı.” (derse olan ilgi)

D14: “Derse olan ilgimi daha çok artırdı.” (derse olan ilgi)

### 11) Sürece aktif katılmanıza engel olan durum nedir? Bu durumun önüne nasıl geçilebilir?

Yalnızca bir öğrenci derse aktif katılmadığını belirtmiştir:

D12: “Bence benim dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğum var. Durumun önüne geçmeye üşeniyorum.”

### 12) Zenginleştirilmiş öğrenme yöntemlerinden hangilerinde derse katılımınız arttı?

Öğrencilerin derse katılımları hakkındaki görüşleri Tablo 4.81’de verilmiştir:

**Tablo 4.81.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 12. soruya verilen cevaplara dair kodlar.

Kod	Frekans
Kahoot	3
Oyunlar	3
Bilgilendirici videolar	1
Animasyonlu sorular	1
<b>Toplam</b>	<b>8</b>

Öğrenciler en fazla Kahoot yarışmasında ve oyunlarda derse katılımlarının arttığını belirtmişlerdir:

D2: *“Oyunlar, bilgilendirici videolar.”*

D12: *“Telefonla olanda en çok Kahoot da arttığını hissettim.”*

**13) Öğrenme sürecinde etkinliklerin çözümünde defter, kitap, arkadaş veya öğretmen desteğine ihtiyaç duyduunuz mu veya bunlardan birinden yardım aldınız mı?**

Öğrenciler zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde zorlandıkları ve en çok öğretmenleri ve arkadaşlarından yardım aldıklarını belirtmişlerdir:

D2: *“Evet aldım, defterden öğretmenimden yardım ihtiyacı duydum.”*

D3: *“Öğretmen ve arkadaşlarımdan yardım aldım.”*

D5: *“Bazı soruların anlaşılması zorluydu. Öğretmenimden yardım aldım.”*

D8: *“Arkadaşlarımdan yardım aldım.”*

D12: *“Duymuşumdur. Arkadaşlarımdan veya öğretmenimden.”*

D14: *“Öğretmenin desteğine ihtiyaç duydum ve ondan destek aldım.”*

**14) Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı sizin geometriye bakış açınızı değiştirdi mi?**

Öğrenciler zenginleştirilmiş öğrenme sürecinin geometri dersinde “öğrenmeye yardımcı” olduğunu ve “derse karşı tutumlarını” değiştirdiğini belirtmişlerdir:

D2: “*Yani geometriyi sevmezdim. Bu etkinlikle az da olsa sevmeye başladım.*” (derse karşı tutum)

D3: “*Zor bir şey sanıyordum. Düşündüğümden daha zormuş.*”(derse karşı tutum).

D5: “*Evet geometriyi daha iyi algılamama yardımcı oldu.*” (öğrenmeye yardımcı)

D8: “*Eskiden geometriye ilgim yoktu. Şu an biraz bilgilendim. Geometri artık bana göre kolay ve eğlenceli.*” (öğrenmeye yardımcı ve derse karşı tutum)

D12: “*Biraz daha pozitif yaklaştım.*” (derse karşı tutum)

D14: “*Evet görselli olması öğrenmeme daha çok yardımcı oldu.*” (öğrenmeye yardımcı)

Öğrenciler öğretim sürecinin geometriyi öğrenmeye yardımcı olduğunu belirtmiştir. Öğretim etkinliklerinin geometriye karşı bakış açılarını değiştirdiğini belirten öğrencilerden yalnızca biri olumsuz tutum geliştirdiğini belirtmiştir. D3 kodlu öğrenci öğretim sürecinde geometrinin düşündüğünden daha zor bir ders olduğu kanısına vardığını belirterek derse karşı olumsuz tutum geliştirdiğini belirtmiştir.

**15) Bundan sonraki matematik derslerinde benzer öğretim etkinliklerinin kullanılmasını ister misiniz?**

Öğrencilerin çoğunluğu bundan sonraki matematik derslerinde benzer etkinliklerin kullanılmasını istediklerini belirtmiştir. Yalnızca bir öğrenci etkinlikleri saçma bulduğunu ve tekrarlanmasını istemediğini belirtmiştir.

D2: “*Evet isterim faydalı oluyor çünkü.*”

D3: “*İstemem. Çok saçma.*”

D5: “*Evet, çok sık olmasını istemem. Konu anlatımında kullanılabilir, soru çözmeye gereksiz.*”

D8: “*Evet, kâğıt kalemde insan sıkılıyor. Yeni nesile telefon hitap ediyor. Artık gerekli olduğunu düşünüyorum.*”

**16) Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmenle aranızdaki iletişim değişim gösterdi mi? Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmenin size yaklaşımı değişti**

**mi? Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmeninize karşı yaklaşımın ve düşünceleriniz değişti mi?**

Öğrencilerin öğretmenleriyle ilişkileri hakkındaki görüşleri Tablo 4.82’de verilmiştir:

**Tablo 4.82.** Yarı yapılandırılmış görüşme formu 16. soruya verilen cevaplara dair kodlar

Kod	Frekans
Evet	3
Hayır	2
Bilmiyorum	1

Öğrenciler zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmenleriyle ilişkilerinin değişip değişmediğini açıklamışlardır. Öğrencilerin yarısı öğretmenleriyle iletişimin değiştiğini belirtmiştir:

D8: *“Değişti. Dersle alakalı iletişim arttı”*

D12: *“Evet öğretmenimle iletişim kurduk. Öğretmenimin bana yaklaşımı değişti mi bilmiyorum. Öğretmenime karşı yaklaşımım değişmedi, zaten kötü bir şey hissetmiyordum ki”*

D14: *“Evet, öğretmenimle daha fazla etkileşim halinde bulunduğum için öğrenme sürecimi daha iyi etkiledi”*

Öğrencilerden bazıları öğretmenleriyle iletişimin değişmediğini belirtmiştir:

D5: *“Hayır, hiçbir değişim olmadı”*

D2 kodlu öğrenci bu konuda fikri olmadığını belirtmiştir:

D2: *“Bu konu hakkında fikrim yok ama eskisine göre matematik dersine katılım sağlıyorum.”*

Deney grubu öğrencilerinden seçilen öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, öğrencilerin sürece dair genel olarak olumlu görüş bildirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler sürecin matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerinde ve öğretmenleriyle, arkadaşlarıyla iletişimlerini artırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Öğrenciler sürece aktif katılım gösterdiklerini ve bu tarz öğretim etkinliklerini bundan sonraki geometri derslerinde kullanmak istediklerini de bildirmişlerdir.

#### **4.2.6. Araştırmanın on beşinci alt problemine ilişkin bulgular**

Araştırmanın on beşinci alt problemi “10. sınıf geometri alanı konuları olan Çokgenler, Dörtgenler ve Katı Cisimler konularında zenginleştirilmiş öğrenme ortamı kullanılan deney grubu öğrencilerinin uygulama esnasında video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen sonuçlar nelerdir?” şeklindedir. Bu problem çerçevesinde, video kayıtları ve gözlem formları birlikte analiz edilmiş ve elde edilen bulgular bu başlık altında toplanmıştır.

##### **1. hafta:**

- D1, D2, D15 ve D16 kodlu öğrenciler derse katılım sağlayabilecekleri bir akıllı telefon, tablet vb. getirmemişlerdir. Bu nedenle bu öğrencilerin derse katılımları ve ilgileri düşüktür. Akıllı telefon veya tablet getiren öğrenciler ise kâğıt ve kalem getirmeyi gerekli görmemişlerdir. Sadece D2, D15 ve D16 kodlu öğrenciler yanında kâğıt ve kalem getirmişlerdir.
- Öğrenciler genel olarak iş birliği içinde soruları yanıtlamışlardır.
- Öğrenciler web sitesinde oluşturulmuş tabloda düzenleme yapamamışlar ve formlara yanıt gönderememişlerdir. Araştırmacının güncellemeyle bu sorun çözülmüştür.
- Araştırmacı ve öğrenciler sürece uyum sağlamaya çalışmıştır. Öğrenciler ilk kez yaşadıkları deneyimden memnun kalmışlardır. Bu deneyimler ayrıca öğrencilerin öğrenme ortamından uzaklaşmasına rahat davranmasına neden olmuştur.
- Öğretmen öğrencileri, yansıtıcı günlük formu doldururken samimi ve içten davranmaları konusunda uyarmıştır.
- İnternet zaman zaman sıkıntı çıkarmıştır. İnternetin birçok kişi tarafından paylaşılması hızını düşürmüştür ve bağlantı kopmalarına sebep olmuştur.

##### **2. hafta:**

- D7, D12, D13 kodlu öğrencilerin derse ilgisi düşüktür. D15 ve D16 kodlu öğrenciler dışındaki öğrenciler ders karşı ilgili ve iş birliği içindedirler.
- D3, D6, D7 ve D9 kodlu öğrenciler kâğıt- kalem getirmemişlerdir.

- Süreçte öğretmen rehber konumundadır. Öğretmen sınıfta öğrencilerin arasında dolaşarak sıkıntı yaşadıkları noktalarda yardımcı olmuştur. Öğrenciler de talimatlara uymaya özen göstermişlerdir.
- Öğrenciler Euler formülü ile ilgili olan etkinlikte teoremi uygulamakta zorluk çekmişlerdir. Öğretmen her öğrencinin çizimiyle ilgilenecek teoremin doğruluğunu görmelerini sağlamıştır.
- Öğrenciler oyun oynarken çok eğlenmişlerdir.
- Etkinliklerin beklenenden kısa sürmesi öğrencilerin dikkatini dağıtmıştır.

### 3. hafta:

- D7, D14 ve D16 kodlu öğrenciler akıllı telefon veya tablet getirmemişlerdir. Ancak D14 kodlu öğrenci arkadaşları ile iş birliği içinde sürece katılırken, D7 ve D16 kodlu öğrenciler derse katılmamıştır. D7 ve D8 kodlu öğrenciler kâğıt kalem getirmemişlerdir.
- Öğrenciler 1. sayfada etkinliği oluşturmakta zorluk çekmişlerdir, dolayısıyla bu etkinliği bitirmek zaman almıştır.
- Öğrenciler oyun oynarken çok eğlenmişler ve aynı zamanda oyunlara kendileri kaptırarak sınıf ortamında olduklarını unutmuşlardır. Bu durum sınıf yönetimini zorlaştırmıştır.
- Öğrenciler Kahoot etkinliğine girmekte zorlanmışlardır. Araştırmacı güncelleme yoluyla sorunu çözmüştür.

### 4. hafta:

- D7 ve D8 kodlu öğrencilerin derse ilgisi düşüktür.
- Öğrenciler birbirleriyle etkileşim içindeydiler. D7 ve D8 kodlu öğrenciler dersten ve arkadaşlarından kopuktur. D4 kodlu öğrenci genel olarak çok konuşarak dersin akışını olumsuz etkilemiştir.
- Öğrenciler origami ile yamuk oluşturma etkinliğinde zorlanmışlardır. Bu etkinlik zaman almıştır.
- Öğrenciler Storyjumper ile oluşturulan dijital hikâyeleri sıkıcı bulmuşlardır. Bu nedenle sonraki haftalara dijital hikâye eklenmemiştir.
- Öğrenciler dijital oyun içeren sayfalarda dersin ciddiyetinden uzaklaşarak rahat tavırlar sergilemişlerdir.

**5. hafta:**

- D1, D4, D6, D8 ve D15 kodlu öğrenciler kâğıt-kalem getirmeden katılmışlardır.
- D4 ve D7 kodlu öğrenciler iş birliği yapmışlardır.
- D8 kodlu öğrenci dışında diğer öğrenciler derse karşı ilgililerdir.
- Öğrencilerin süreçte birbirleriyle yardımlaştığı görülmüştür.

**6. hafta:**

- D3 ve D4 kodlu öğrenciler dersten ara ara kopmuş ve ilgisiz davranmışlardır.
- Öğrenciler site ile ilgili yaşadıkları sıkıntılarda birbirine yardımcı olmuşlardır.

**7. hafta:**

- D7 kodlu öğrenci derse herhangi bir aygıt olmadan katılmıştır. Bu öğrencinin derse ilgisi düşüktür.
- Kahoot sürecinde öğrenciler çok eğlenmişlerdir. Ancak bu süreçte öğrenciler çok rahat davranmışlar ve derste olduklarını göz ardı etmişlerdir.

**8. hafta:**

- D7 kodlu öğrencinin derse ilgisi düşüktür.
- D8 kodlu öğrencinin derse karşı ilgisi düşüktür. D1 ve D4 kodlu öğrenciler de zaman zaman dersten kopmuştur.

**9. hafta:**

- D7, D8 ve D16 kodlu öğrenciler derse mobil bir cihaz getirmeden katılmıştır. D7 ve D8 kodlu öğrencilerin derse ilgisi düşüktür. D16 kodlu öğrenci zaman zaman derse ilgisini yitirmiştir.
- 9. haftada genel olarak tekrar niteliğinde oyunlar oynandığından öğrenciler derste daha aktiftirler.

**10. hafta:**

- D7 kodlu öğrencinin derse ilgisi düşüktür. D8 ve D4 kodlu öğrenciler zaman zaman dersten kopmuştur.
- Öğrenciler Yang Hui etkinliğinde zorlanmışlardır.

**11. hafta:**

- D7 kodlu öğrencinin derse ilgisi düşüktür. Öğrenciler genel olarak derse katılmışlardır.

Şekil 4.106, Şekil 4.107 ve Şekil 4.108’de zenginleştirilmiş öğrenme ortamındaki öğretim sürecinden fotoğraflar sunulmuştur:



Şekil 4.106. Zenginleştirilmiş öğretim sürecine dair bir fotoğraf.



Şekil 4.107. Zenginleştirilmiş öğretim sürecine dair bir fotoğraf.



Şekil 4.108. Zenginleştirilmiş öğretim sürecine dair bir fotoğraf.

Genel olarak, video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen bulgular, kâğıt- kalem veya tablet- telefon gibi ders araçlarını yanında bulundurmeyen öğrencilerin derse karşı ilgisiz olduğunu göstermektedir. Her ne kadar, bu öğrencilerden arkadaşlarının aygıtlarıyla sürece dahil olanlar olsa da derse karşı ilgisizliğini sürdüren bir öğrenci de bulunmaktadır. Bunun

dışında öğrencilerin çoğunluğunun sürece aktif katıldığı, öğretmeni ve arkadaşlarıyla iletişim kurduğu görülmüştür. Öğrencilerin her hafta ilgiyle katıldıkları uygulamalar değişkenlik gösterse de genel olarak oyunlarda ve özellikle Kahoot yarışmasında öğrencilerin hepsinin ilgisinin arttığı ve sürece aktif katıldıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin VPC yaklaşımı içeren etkinliklerde zorlandığı ve daha fazla sürede etkinlikleri bitirdikleri görülmüştür.



## BÖLÜM 5

### 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma verilerinin analizi sonucunda elde edilen bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. Daha sonra bu bulgulardan elde edilen sonuçlar belirtilmiştir. Son kısımda ise bulgular doğrultusunda araştırmacılara ve uygulayıcılara öneriler sunulmuştur.

#### 5.1. Tartışma

Bu bölümde araştırmanın bulgularından elde edilen tartışmalar altı başlık altında toplanmıştır. İlk olarak, ZGAT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. İkinci başlıkta, SKTT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. Üçüncü başlıkta, zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. Dördüncü başlıkta, yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. Beşinci başlıkta, yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir. Altıncı başlıkta, video kayıtları ve gözlem formundan elde edilen bulgulara dair tartışmalara yer verilmiştir.

##### 5.1.1. ZGAT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışma

Araştırmanın nicel boyutunda, ön-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak ZGAT uygulanmıştır. Ön test sonuçlarına bakıldığında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kullandıkları ZGA arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Son test sonuçlarına bakıldığında ise her iki grubun da ZGA'larının geliştiği görülürken; deney grubu öğrencilerin ZGA kullanım düzeyinin, kontrol grubuna göre daha fazla geliştiği görülmüştür. Bu durum geleneksel öğrenme ortamı ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamının her ikisinin de öğrencilerin ZGA kullanım düzeyine olumlu etki ettiğini; ancak zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilere ZGA kullanımında daha fazla olumlu etki ettiğini göstermektedir. Literatürde bu bulguyu destekleyen çalışmalar (Batu, 2023; Bülbül, 2021; Bülbül & Güler, 2020; Dağdelen, 2024; Erdoğan, 2019; Erşen, 2018; Tolga, 2023; Uygan, 2016; Zunlu, 2022) mevcuttur.

ZGAT ön ve son testleri ZGA alt boyutları açısından incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testte kullandıkları ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlıklarının ön teste göre net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları alışkanlıklar son testte artış gösterse de deney grubunun ilişki kurarak muhakeme etme

alışkanlığını kullanım düzeyi kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Bu durum Sezer'in (2019) çalışmasında, tasarlanan öğretim ortamının öğrencilerin ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığına olumlu etki ettiği sonucu ile uyusmaktadır. Benzer şekilde mevcut çalışmanın bulguları, Dağdelen'in (2024) çalışmasında tasarladığı öğretim ortamının 7. sınıf öğrencilerinin ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığını geliştirdiği bulgusu ile örtüşmektedir.

Ön testte deney grubu öğrencileri İ1- *İki ya da daha fazla geometrik şekli bazı ortak özelliklerini sayarak karşılaştırma yoluyla (Problemlerle ilgili ya da ilgisiz olan)*, İ5- *Geometrik şeklin içinde bulunan alt şekillerin farkına varma ve bunları ilişkilendirme yoluyla*, İ6- *Bir geometrik şeklin içindeki alt şekilleri oluşturma yoluyla* ilişki kurarak muhakeme etme alt boyutlarını kullanırken, kontrol grubu öğrencileri yalnızca İ6- *Bir geometrik şeklin içindeki alt şekilleri oluşturma yoluyla* ve İ8- *İki ya da daha fazla geometrik şekil hakkında orantısal muhakeme yapma yoluyla* ilişki kurarak muhakeme etme alt boyutlarını kullanmışlardır. Her iki grubun da ön testte nerdeyse yok denecek kadar az geometrik zihin alışkanlığı kullandığı görülmektedir. Son testte ise her iki grup da İ3 alt boyutu dışında diğer tüm alt boyutları kullanmışlardır. İ3 alt boyutu *iki şeklin ortak olmayan özelliklerini belirleyerek ilişkilendirilmesi* olarak kodlanmıştır. Öğrencilerin çözümlerinde daha çok ortak özelliklere odaklandığı, bu yüzden İ3 alt alışkanlığı kullanmadıkları düşünülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin son testte en fazla kullandığı alt boyutun İ6 alt boyutu olmasıyla birlikte İ1, İ2- *İki ya da daha fazla geometrik şeklin tüm ortak özelliklerini sayarak (problemlerle ilişkili) karşılaştırma yoluyla*, İ5, İ8 alt boyutlarını da oldukça fazla kullandıkları görülmüştür. Yani deney grubu öğrencileri problem çözümlerinde en çok şeklin içinde bir alt şekil oluşturma alışkanlığı kullanmıştır. Bunun yanında verilen bağımsız şekillerin özelliklerini ilişkilendirmiş ve hem bağımsız şekillerle ilişkilendirme yaparken hem de şekli kendi içindeki alt şekillerle ilişkilendirirken orantısal muhakemeyi sıklıkla kullanmışlardır. Bu sonuç, Sezer'in (2019) 6. sınıf öğrencilerine 3 yıl boyunca tasarlanan öğretim ortamının uygulamasıyla öğrencilerin en çok İ2, İ6, İ8 alt boyutlarında gelişme olduğu bulgusuyla örtüşmektedir. Mevcut çalışmanın bulguları Dağdelen'in (2024) tasarladığı öğretim ortamında 7. sınıf öğrencilerinin en çok kullandıkları ilişki kurarak muhakeme etme alt boyutlarının İ5 ve İ6 olduğu bulgusuyla da uyusmaktadır. Mevcut çalışmanın bulguları, Altıkardeş ve Yiğit Koyunkaya'nın (2022), çalışmalarında Trigonometri konusunda lisans öğrencilerinin İ6- *alt şekiller oluşturabildiklerini* ancak İ8- *orantısal muhakeme oluşturma* alışkanlıkları düşük düzeyde kullandıkları bulgusuyla çelişmektedir. Bu durumun sebebinin lisans öğrencilerinin özellikle

üniversite giriş sınavına hazırlanırken kullandıkları, soru kalıplarını muhakeme etmeden ezberci bir şekilde çözmeyi, alışkanlık haline getirmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kontrol grubu öğrencileri ise son testte en fazla İ1, İ5 ve İ8 alt boyutlarını kullanmışlardır. Deney grubu öğrencilerinden farklı olarak kontrol grubu öğrencileri şeklin içinde alt şekil oluşturmaktan öte var olan alt şekilleri keşfetmeye odaklanmışlardır. İki grup arasında farklılık gösteren bu durumun, deney grubu öğrencilerinin zenginleştirilmiş öğrenme ortamında kullandıkları interaktif uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu uygulamalar şekillerin parçalarını, parça-bütün ilişkisini somutlaştıran uygulamalardır. Mevcut çalışmanın bulguları, Köse ve Tanışlı'nın (2014), öğretmen adaylarının alt şekiller oluşturmada yetersiz olduğu ancak alt şekilleri keşfetme alışkanlığını yeterli düzeyde kullandıkları sonucu ile uyusmaktadır.

Araştırmada, öğrencilerin simetriden yararlanarak ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığını kullanmada yetersiz oldukları görülmüştür. Bu durum öğrencilerin simetri kavramını yüzeysel olarak bilmelerinden, detaylı bir şekilde kullanamamalarından kaynaklanmış olabilir. Mevcut çalışmanın bulguları Köse ve Tanışlı'nın (2014), öğretmen adaylarının simetriden yararlanarak ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığını kullanmada yetersiz oldukları sonucu ile örtüşmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları geometrik fikirleri genelleme alışkanlıklarının, ön teste göre net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları geometrik fikirleri genelleme alışkanlıkları son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı geometrik fikirleri genelleme alışkanlığı kontrol grubuna göre daha fazladır. Bu bulgu, Sezer'in (2019) tasarladığı öğretim ortamının öğrencilerin geometrik fikirleri genelleme alışkanlığına olumlu etki ettiği sonucunu destekler niteliktedir. Mevcut çalışmanın bulguları, Dağdelen'in (2024) tasarladığı öğretim ortamının 7. sınıf öğrencilerinin geometrik fikirleri genelleme alışkanlığını geliştirdiği bulgusuyla da örtüşmektedir.

Her iki testte de deney ve kontrol gruplarının en çok kullandığı geometrik fikirleri genelleme alt boyutunun G1- *özel durumları dikkate alarak tanıdık durumlardan yararlanma alışkanlığı* olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin çözümlerinde özel bir üçgen veya Pisagor bağıntısı gibi özel bir bağıntı aradıklarının göstergesidir. Çalışmanın bulguları, Sezer'in (2019) öğrencilerin 6., 7. ve 8. sınıf düzeyinde G1 alışkanlığını sıklıkla kullandıkları bulgusuyla örtüşmektedir. Benzer şekilde çalışmanın bulguları Dağdelen'in (2024) çalışmasında 7. sınıf

öğrencilerinin özel durumları kullanarak genelleme alışkanlıklarını sıklıkla kullandıkları bulgusuyla da örtüşmektedir. Deney ve kontrol grubunun kullandıkları diğer alışkanlıklar G3- *Henüz tanımlanmış bir durumdaki değişen özelliklerle yeni durumlar üretmek yoluyla* ve G9- *Bir geometrik şekil sınıfı için evrensel bir kural belirleme yoluyla* genellemedir. Öğrenciler değişen durumlara dair yeni durumları tanımlayabilmiş ve gerekli durumlarda evrensel kuralları kullanabilmişlerdir. Bunun yanında geometrik fikirleri genelleme alışkanlığına dair birçok alt boyut öğrenciler tarafından hiç kullanılmamıştır. Bu durum, öğrencilerin geometrik fikirleri genelleme alışkanlığını yeterince kullanamadığını göstermektedir. Bu durumun sebebinin geometrik fikirleri genelleme alışkanlığının problemin çözümüne dair detaylı bilgi sunma, çözümün sınırlı olduğu veya geçerli olduğu nokta veya aralıkları belirleme gibi alışkanlıkları kapsamaması ve öğrencilerin problem çözümünde bu ayrıntıları sunmaya alışık olmamalarından kaynaklı bunların üzerinde durmama veya muhakeme etmeden, çözüm yolunu ezberleyip uyarlayarak çözüm sunmaları olduğu düşünülmektedir. Nitekim geometrik fikirleri genelleme alışkanlığı eleştirel düşünme, problem çözüme, muhakeme etme gibi üst düzey becerileri içeren (Sriraman, 2004) ve diğer alışkanlıklara göre soyut ve üst düzey (Köse ve Tanışlı, 2014) bir alışkanlıktır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları değişmezleri araştırma alışkanlıklarının, ön teste oranla net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları değişmezleri araştırma alışkanlıkları son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı değişmezleri araştırma alışkanlıkları kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Bu durum, Sezer'in (2019) tasarladığı öğretim ortamının öğrencilerin değişmezleri araştırma alışkanlığına olumlu etki ettiği bulgusuyla uyusmaktadır.

Deney grubu öğrencileri ön testte en fazla DA2- *Bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla*, DA6- *Dönüşüm uygulanan her şeyin değişmeyeceğini sezme yoluyla* ve DA8- *Bir dönüşüm uygulandığında değişmezleri fark etme ve bunların neden değişmez olduğunu açıklama yoluyla dinamik düşünme* alışkanlıklarını kullanmışlardır. Son testte ise benzer şekilde her iki grup da en fazla DA1- *Statik bir durum hakkında dinamik düşünme yoluyla*, DA2- *Bir dönüşüm uygulandığında nelerin değişeceğini, nelerin aynı kalacağını merak etme yoluyla* ve DA6- *Dönüşüm uygulanan her şeyin değişmeyeceğini sezme yoluyla dinamik düşünme* alışkanlıklarını kullanmışlardır. Bu durum öğrencilerin soru çözümünde daha çok dönüşümler sonucunda değişen özelliklere odaklandıklarını göstermektedir. Bunun yanında öğrencilerin DA8- *Bir dönüşüm*

uygulandığında değişmezleri fark etme ve bunların neden değişmez olduğunu açıklama yoluyla değişmezleri araştırma alışkanlığını son testte de sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Bu durum öğrencilerin soruların çözümünde dinamik düşündüklerini ve dönüşüm sonucunda değişen özelliklerin yanında değişmeyen özelliklere de odaklandıklarını göstermektedir. Bu durum, Sezer'in (2019) öğrencilerin 6., 7. ve 8. sınıf düzeyinde DA1 ve DA2 alt alışkanlıklarını sıklıkla kullandıkları bulgusuyla uyusmaktadır. Mevcut çalışmanın bulguları Dağdelen'in (2024) öğrencilerin en çok problem üzerinde yapılan değişikliklerin neyi değiştireceğini ve hangi özelliklerin sabit kalacağını araştırma alışkanlığını kullandıkları bulgusuyla da uyusmaktadır. Ayrıca çalışmanın bulguları, Altıkardeş ve Yiğit Koyunkaya'nın (2022) lisans öğrencilerinin problem üzerinde yapılan değişikliklerin neyi değiştireceğini ve hangi özelliklerin sabit kalacağını araştırma alışkanlığını kullanabildiği bulgusuyla da örtüşmektedir.

Öğrenciler DA4- *Bir noktayı ya da şekli sürekli olarak hareket ettirmenin yapacağı etkiyi düşünme ve bir noktadan diğerine gerçekleşen değişiklikleri tahmin etme yoluyla* ve DA5- *Dönüşüm altındaki sınırlı durumları ve uç durumları göz önünde bulundurma yoluyla* değişmezleri araştırma alt boyutlarını ise hiç kullanmamışlardır. Bu durum öğrencilerin, tekrarlı dönüşümlerin etkilerini tahmin etmekte ve dönüşümün sınırlandığı noktaları keşfetmekte yetersiz olduklarını göstermektedir. Bu durum, Köse ve Tanışlı'nın (2014) çalışmalarında elde ettiği öğretmen adaylarının dinamik düşünemedikleri bulgusuyla uyusmaktadır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde kullandıkları keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıklarının, ön teste oranla net bir şekilde arttığı görülmektedir. Her ne kadar her iki grubun kullandıkları keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıkları son testte artış gösterse de, deney grubunun kullandığı keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıkları kontrol grubuna göre oldukça fazladır. Bu sonuç, Sezer'in (2019) tasarladığı öğretim ortamının öğrencilerin keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığına olumlu etki ettiği bulgusuyla uyusmaktadır.

Ön testte deney grubu en çok KY1- *Sezgileri ya da tahmin etme sayesinde çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla* alışkanlığını kullanmıştır. Bu durum Erşen'in (2018) çalışmasında tasarlanan öğretim ortamında öğrencilerin en çok çizim yoluyla keşfettikleri bulgusuyla örtüşmektedir. Kontrol grubu ise KY1, KY2- *Düzenli durum değerlendirmeleri yaparak çizme, oynama ve/veya keşfetme yoluyla* ve KY5- *İlerlemenin bir kaldırım taşı olarak periyodik olarak büyük resme dönme yoluyla* keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıklarını kullanmıştır. Son testte ise her iki grup tarafından en fazla KY7- *Final durumunun neye*

*benzediğini açıklayabilme yoluyla* alışkanlığı kullanılmıştır. Bu durum, öğrencilerin geometrik şeklin son halini tahmin ederek sonuca ulaşmaya çalıştıklarını göstermektedir. Bunun yanında KY1, KY2 ve KY5 alışkanlıkları da sık kullanılmıştır. Yani öğrenciler sezgileri veya durum değerlendirmeleri yoluyla çizim veya keşifler yapmış ve çözüm sürecine dair büyük resme odaklanmışlardır. KY3- *Önceki benzer durumları göz önünde bulundurma yoluyla*, KY6- *Hedefe ulaşmayı sağlayacak ara adımları belirleme yoluyla* ve KY8- *Çözüm hakkında nedenleri bilinen varsayımlar yapma, varsayımları test edecek yollar yaratma yoluyla* alışkanlıkları her iki grup öğrencileri tarafından hiç kullanılmamıştır. Buna göre öğrenciler benzer durumları göz ardı etmiş, ara adımları uygulamamış ve çözümlerine dair test edebilecekleri varsayımlar oluşturamamışlardır. Bu durum öğrencilerin keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığını yansıtan problemlere bütüncül olarak yaklaşma ve çözüme adım adım ulaşma becerilerinin gelişmediğinin göstergesi olarak görülebilir. Mevcut durum, Dağdelen'in (2024) çalışmasında, 7. sınıf öğrencilerinin en az kullandıkları keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığının KY8 alt alışkanlığı olduğu bulgusuyla uyusmaktadır. Ancak Dağdelen çalışmasında öğrencilerin en çok KY3 alışkanlığını kullandığını belirtmiştir ki bu durum mevcut çalışmanın verileriyle çelişmektedir. Bu durumun 7. sınıf öğrencilerinin geometrik problem çözme sürecinde henüz yaratıcı yollar keşfedecek düzeye ulaşmamış olabilecekleri; 10. sınıf öğrencilerinin ise kendi çözüm yollarını ön plana çıkarabilecek bilişsel düzeye sahip olmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencileri ön testte her bir geometrik zihin alışkanlığını yetersiz düzeyde kullanmıştır. Bu durumun nedeninin öğrencilerin soru çözümlerinde detaylı açıklama yapmaya alışkın olmamaları ve önceki öğrenme süreçlerinde bilgiyi doğrudan alan rolünde olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum Dağdelen'in (2024), çalışmasında ön uygulamalardaki geometrik alışkanlıkları kullanım düzeyinin düşük olduğu bulgularıyla uyusmaktadır. Benzer şekilde, Köse ve Tanışlı'nın (2014) sınıf öğretmeni adaylarının ZGA kullanım düzeyinin yetersiz olduğu bulgusuyla da örtüşmektedir.

Son testte en çok kullanılan alışkanlık ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığıdır. Bu durum, Üner'in (2023), çalışmasında ortaokul matematik öğretmenlerinin en çok ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığını kullandığı bulgusuyla uyusmaktadır. Bu durum, öğrencilerin geometrik soru çözümlerinde öncelikle şekiller arasında veya şekillerle alt şekilleri arasında bağ kurmaya odaklanmalarından kaynaklanmış olabilir. Bu durum ise öğrencilerin analitik düşünme becerilerinin geliştiğinin kanıtı olarak düşünülebilir. Mevcut çalışmanın bulguları

Bülbül'ün (2021), problem çözme basamaklarına dayalı hazırlanan çevrimiçi öğrenme ortamında en fazla kullanılan ZGA'dan birinin ilişki kurarak muhakeme etme olduğunu belirttiği bulgularıyla uyurken keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığının da en çok kullanılan alışkanlıklardan olduğu bulgusuyla çelişmektedir. Benzer şekilde, çalışmanın bulguları Altıkardeş ve Yiğit Koyunkaya'nın (2022), Trigonometri konusunda lisans öğrencilerinin en çok kullandıkları ZGA'dan birinin ilişki kurarak muhakeme etme olduğunu belirttiği bulgularıyla uyurken diğerinin değişmezleri araştırma alışkanlığı olduğunu belirttikleri bulguları ile çelişmektedir. Mevcut çalışma ile çelişen bu durumların nedeninin, belirtilen çalışmaların lisans öğrencileri ile yürütülmesinden kaynaklanabileceği; lisans öğrencilerinin problemlere farklı bakış açıları sunabilmeleri, daha detaylı çözümler ortaya koyabilmeleri ve matematiksel dile daha hâkim olmalarının bu durumda etkili olabileceği düşünülmektedir.

Son testte deney ve kontrol gruplarının en az kullandıkları alışkanlıklar değişkenlik göstermektedir. Deney grubunda en az kullanılan alışkanlık geometrik fikirleri genelleme iken kontrol grubunda değişmezleri araştırmadır. Literatürde bu bulguları destekleyen ve bu bulgularla çelişen çalışmalar mevcuttur. Dağdelen (2024), çalışmasında tasarlanan öğretim ortamında 7. sınıf öğrencilerinin özel durumları kullanarak genelleme alışkanlıklarının en az kullanılan alışkanlık olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durum deney grubunun son test bulgularıyla uyum göstermektedir. Bülbül (2021), çalışmasında problem çözme basamaklarına dayalı hazırlanan çevrimiçi öğrenme ortamında en az kullanılan ZGA'nın değişmezleri araştırma alışkanlığı olduğunu belirtmiştir. Bu durum kontrol grubunun son testten elde edilen bulgularıyla uyumaktadır. Köse ve Tanışlı (2014), öğretmen adaylarının ve Altıkardeş ve Yiğit Koyunkaya (2022), lisans öğrencilerinin en az kullandıkları ZGA'nın keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlığı olduğunu belirtmişlerdir ki bu bulgular mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişmektedir. Bulguların değişiklik göstermesinde, yapılan çalışmaların çalışma grubunun, veri toplama araçlarının değişkenlik göstermesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

### **5.1.2. SKTT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair tartışma**

SKTT'ye dair nicel bulgular incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testine verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testte büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken son testte bu oran oldukça azalmıştır. Yani geleneksel öğrenme ortamının kullanıldığı kontrol grubunda

sezgisel kural kullanımında anlamlı bir değişiklik gözlenmezken, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının kullanıldığı deney grubunda öğrencilerin sezgisel kural kullanımını azalmıştır.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 1. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testi büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken son testte bu oran oldukça azalmıştır. Öğrencilerin 1. soruya verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, %40 indirim yapılmış bir mağazada ürünlerin yeni fiyatına odaklanmadıkları ve ilk fiyat üzerinden değerlendirme yaparak eski fiyatına dönmesi için %40 zam yapılması gerektiğini belirttikleri görülmüştür. Yanlış cevabı veren öğrencilerin bütüncül düşünememesinden veya bilişsel düzeylerinin düşük olmasından kaynaklı hata yapmış olabilecekleri düşünülmektedir. Doğru cevabı veren öğrenciler ise indirimli fiyatın üzerinden değerlendirme yapmış ve ilk fiyata göre daha düşük fiyat olduğundan %40'tan fazla zam yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular, Barahmand'ın (2019), çalışmasında öğrencilerin “%20 indirim yapılmış bir ürünün fiyatının eski fiyatına dönmesi için ürünün fiyatının yüzde %20 artırılması gerekir” şeklindeki bulgularıyla uyuşmaktadır.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 2. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testte büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken, son testte bu oran oldukça azalmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, %25 indirim oranı %15 indirim oranından fazla olduğu için %25 indirim yapan tuhafiyecinin daha fazla indirim yapacağını belirttikleri görülmüştür. Ancak bu öğrenciler satış fiyatını göz ardı etmişlerdir. Doğru cevabı veren öğrenciler, satış fiyatının farklı olabileceği ve bu nedenle indirimli fiyatlar hakkında net bir bilgimiz olamayacağını belirtmişlerdir. Öğrencilerin sezgisel hatalarının sebebinin bilgi eksikliği ve yüzde kavramını göz ardı etmeleri olduğu düşünülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 3. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testte büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken son testte bu oran oldukça azalmıştır. Bu durum, Barahmand'ın (2019), çalışmasında öğrencilerin “Bir dikdörtgenin bir kenarı %20 artırılırken diğer kenar %20 azaltılırsa alanında değişim olmaz” şeklindeki sezgisel yanıtlarıyla örtüşmektedir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, uzun ve kısa kenardaki değişim oranlarının eşit olmasından dolayı alanın değişmeyeceğini belirttikleri görülmüştür. Ancak burada öğrenciler uzun kenarın yüzdesi ile kısa kenarın yüzdesinin eşit olamayacağını; eşit oldukları durumda ise alanın kenarların çarpımına bağlı olduğunu göz ardı etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin bilgi eksikliğinden kaynaklanabilir. Doğru cevabı veren öğrenciler ise bu yüzdelere arasındaki farkı göz önünde bulundurarak uzun kenarın %20'sinin kısa kenarın %20'sinden fazla olacağını ve dolayısıyla azalan miktarın artan miktardan fazla olacağını ifade ederek alanın azalacağını belirtmişlerdir.

Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 4. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Bu durum, Barahmand'ın (2019), çalışmasında öğrencilerin “*Bir araç gideceği yolun yarısında 80 km/sa, diğer yarısında 120 km/sa hızla gitmektedir. Aracın ortalama hızını bulunuz.*” sorusunda öğrencilerin neredeyse tamamının sezgisel kural kullandığı ve hiçbir öğrencinin doğru sonuca ulaşamadığı bulgusuyla uyumaktadır.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrenciler, bir aracın eşit yolu aynı sürelerde alacağını düşünerek aracın hızını göz ardı etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin aritmetik ortalama kavramına dair kavram imajlarıyla alakalı olabilir. Burada doğru cevaba ulaşabilmek için  $ortalama\ hız = \frac{toplam\ yol}{toplam\ zaman}$  formülünden yararlanılması gerekmektedir. Ancak doğru cevabı veren öğrenciler bile doğru gerekçelendirme yapamamışlardır. Yalnızca bir öğrenci bu formülü kullanarak sayısal değerler yoluyla doğru sonuca ulaşmıştır.

Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 5. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullanmadan doğru cevap verdikleri görülmüştür. Öğrencilerin çoğunluğunun 5. soruya doğru cevap verdiği; telin sonsuz uzunlukta olamayacağı ve bir sonunun olacağı şeklinde gerekçe belirttiği görülmüştür. Yanlış cevap veren birkaç öğrenci ise bölme işleminin atomlara ulaşmaya kadar devam edeceğini belirtmiştir. Bu durum, Obied'in (2014) çalışmasında normal ve üstün zekalı öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun sezgisel kuralları kullanmadan bakır telin bölünme işleminin bir süre sonra sona ereceğini belirttiği bulgusuyla örtüşmektedir.

Literatürde mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişen çalışmalar da mevcuttur. Stavy vd.'nin (2006) çalışmalarında 10. sınıf öğrencilerin çoğunluğunun bakır telin sonsuza dek

bölünebileceğini belirttikleri bulgusu mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişmektedir. Stavy ve Tirosh'ın (2006), 7-12. sınıf düzeylerindeki öğrencilerin çoğunluğunun bakır telin sonsuza dek bölünebileceğini belirttikleri bulgusu da mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişmektedir. Bu sonuçlar öğrencilerin *her şey sonsuza dek bölünebilir* sezgisel kuralına sahip olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmadaki sonucun farklı olması, öğrencilerin soruyu günlük hayat bilgilerinden yararlanarak muhakeme edebilme becerilerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 6. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, son testte sezgisel kuralları kullanımlarının arttığı görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön ve son testte nerdeyse yok denecek kadar az sezgisel kural hatası yapmışlardır. Mevcut çalışmada deney grubuna dair bulgular Tsamir vd.'nin (2001) çalışmalarında bu soruya verilen cevaplarda öğrencilerin sezgisel kural kullanımının oldukça düşük olduğu bulgusuyla uyusmaktadır. Benzer şekilde, Obied'in (2014) çalışmasında normal ve üstün zekalı 10-12. sınıf öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun sezgisel kuralları kullanmadan serinin sonsuza kadar gideceğini belirttikleri bulgusuyla da örtüşmektedir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, sayıları sadece tamsayılardan ibaret gördüğü ve 1'den sonra sayıların bölünemeyeceğini düşündükleri görülmüştür. Yani aslında bu sezgisel kural hatasının temelinde, öğrencilerin sayı kümelerine dair önbilgilerinin yetersiz olması yatmaktadır. Önbilgileri yeterli olan öğrencilerin Reel sayıların sonsuz olmasından kaynaklı bölme işleminin de sonsuza dek süreceğini belirttiği görülmüştür.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 7. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testi büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken son testte bu oran oldukça azalmıştır. Bu durum, Stavy ve Tirosh'un (2000), 7-12. sınıf düzeylerindeki öğrencilerin çoğunluğunun doğru parçasının sonsuza dek bölünebileceğini belirttikleri bulgusuyla uyusmaktadır.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, hatalarının temelinde doğru parçası kavramını matematiksel bir nesne olarak değil somut bir nesne olarak görmeleri yatmaktadır. Doğru parçası kavramını soyut bir matematik kavramı olarak nitelendirebilen öğrenciler, doğru yanıtları sunabilmişlerdir.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 8. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön testi büyük oranda sezgisel kurallar kullanırken son testte bu oran oldukça azalmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, siyah bilye sayısının artmasıyla siyah bilye çekme olasılığının da artacağını belirttikleri görülmüştür. Burada öğrenciler siyah çekme olasılığına yani siyah bilye sayısının tüm bilye sayısına oranına odaklanmak yerine yalnızca siyah bilye sayısına odaklandıkları için yanlış cevaplar elde etmişlerdir. Doğru cevabı veren öğrencilerin bu orana yani olasılığa odaklandıkları görülmüştür.

Kontrol grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 9. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencileri ise ön ve son testte oldukça düşük oranda sezgisel kural kullanmışlardır. Bu bulguyu destekler nitelikte, Stavy vd. (2002) ve Stavy vd. (2006) çalışmalarında, aynı soruya verilen cevaplarda ilkökul düzeyindeki öğrencilerin sezgisel kuralları kullandıkları; 9. ve 10. sınıf düzeyindeki öğrencilerin ise sezgisel kural kullanımının oldukça düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kontrol grubundaki 10. sınıf öğrencilerinin sezgisel kural kullanımının yüksek oranda olmasının nedeninin soruyu muhakeme etmeden, sadece şekle odaklanarak cevap vermeleri veya ön bilgi yetersizlikleri olabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, açı kavramını açının kollarıyla ilişkilendirdikleri görülmüştür. Halbuki doğru cevabı veren öğrenciler, açının büyüklüğünün kollarının uzunluğuyla ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.

Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin SKTT ön ve son testi 10. sorusuna verdikleri cevaplarda büyük oranda sezgisel kuralları kullanmadan doğru cevap verdikleri görülmüştür. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve gerekçeleri incelendiğinde, sezgisel kural hatası yapan öğrencilerin, kenar uzunluklarının eşit olmasına odaklandığı görülmüştür. Doğru cevabı veren öğrenciler ise çoğunlukla düzgün altıgen ile düzgün beşgenin iç açılarını karşılaştırmışlardır. Bazı öğrenciler ise yine sezgisel bir kural hatası yaparak, altıgenin alanı beşgenin alanından daha büyük olduğundan, açılarının da daha büyük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ancak doğru cevabı veren öğrencilerin çoğu, cevabı gerekçelendirmeden yalnızca açının geniş görünmesine dayanarak doğru cevaba ulaşmışlardır. Mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişecek şekilde, Tirosh ve Stavy (1999), 9-12. sınıf öğrencilerinin neredeyse yarısının bu soruya sezgisel kuralları kullanarak yanlış cevap verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bu durumun nedeninin, öğrencilerin çalışmadaki sorudaki açılarının görünümüne dayanarak yanıt vermesi olduğu düşünülmektedir.

SKTT'den elde edilen nitel veriler incelendiğinde öğrencilerin özellikle aynı A aynı B kuralında aynı sayı veya yüzde ile ifade edilen durumlarda, muhakeme becerilerini kullanmadan şekil veya metne dayalı ilk akla gelen cevapları verdikleri görülmüştür. Bu durum deney grubunda uygulamalar sonucunda büyük oranda azalsa da kontrol grubunda devam etmiştir. Bu durum zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin sezgisel kural kullanımını azalmakta etkili olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin SKTT'ye verdikleri cevaplar incelendiğinde, görevlerin özellikleri, günlük hayatla ilişkilendirilmesi gibi durumların öğrencilerin cevaplarında sezgisel kural kullanımlarına etki ettiği düşünülmektedir.

### **5.1.3. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair tartışma**

Öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinin uygulandığı süreçte ilk haftalarda ZGA'nın oldukça az kullanıldığı görülse de zamanla kullanılan alışkanlıkların oranı artmıştır. Yalnızca 9. haftada öğrencilerin kullandıkları alışkanlıkların belirgin şekilde azaldığı görülmüştür. Bu durum, 9. haftanın genel tekrar ve etkinlik haftası olmasından ve bu nedenle problem çözümü süreçlerine yer verilmemesinden kaynaklanmaktadır. 8. haftada da önceki haftalara oranla kullanılan alışkanlıklarda azalma görülmüştür. Bu durumun bu haftadaki etkinlik sayısının az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 10. haftada ise ZGA'larda ve sezgisel kural kullanımında azalma görülmüştür. Yine bu haftada etkinlik ve animasyon sayısının oldukça fazla olmasıyla ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin en sık kullandıkları alışkanlık geometrik fikirleri genelleme alışkanlığıdır. Değişmezleri araştırma alışkanlığı ise en az kullanılan alışkanlıktır. Bu durum ZGAT testinin sonuçları ile uyumsuzdur. Bu durumun nedeninin soruların içerikleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin 17 alışkanlığı dışında ilişki kurarak muhakeme etme alt alışkanlıklarını kullandıkları, geometrik fikirleri genelleme, değişmezleri araştırma ve keşif ve yansıtma dengesi kurma alışkanlıklarının ise birçok alt boyutunu kullanamadıkları görülmektedir. Bu durumun soruların içeriğiyle, öğrencilerin deneyimsizliğiyle, zamanın kısıtlılığıyla ve dijital ortamda kâğıt-kalem ortamı gibi rahat çözümler sunamamalarıyla alakalı olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin sezgisel kuralları ise oldukça nadir kullandıkları görülmektedir. Nitekim SKTT sonuçları da deney grubu öğrencilerin öğretim süreci sonunda sezgisel kural kullanımının azaldığını göstermektedir. Öğrencilerin süreçte en fazla kullandıkları sezgisel kural aynı A aynı B kuralıdır. Bu kuralı daha sık kullanmalarının sebebi soruların içeriği olarak görülmektedir.

Zenginleştirilmiş öğrenme süreci yalnızca problem tarzındaki etkinliklerden değil, aynı zamanda oyun, video, karikatür, sanal manipülatif gibi dijital araçları da içerdiğinden ve bu araçların kullanım sürecinde ZGA ve sezgisel kural kullanımına dair veri toplanmadığından öğrencilerin zihin alışkanlıklarının düşük oranda olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu durum öğrencilerin ZGA'yı bir web sitesi üzerinden sunmakta yetersiz kalmalarından kaynaklanmış da olabilir.

Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğrencilerin VPC etkinliklerinde zorlandığı, özellikle kontrol aşamalarını etkili bir şekilde gerçekleştiremedikleri görülmüştür. Bu durumun öğrencilerin özellikle Geogebra gibi dinamik geometri yazılımlarını kullanmada yetersiz olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında kullanılan oyunlar pekiştirici niteliğinde sunulduğundan, detaylı analiz sürecine dahil edilmemişlerdir. Bu durumda, araştırmacının oyunları tekrar oynanmasına imkân tanıyacak şekilde oluşturması da etkili olmuştur. Bu nedenle oyunlar hakkında genel olarak problem tarzı sorularda öğrencilerin başarısız olduğu; puzzle, bulmaca gibi sorularda ise daha çok katılım gösterdikleri görülmüştür. Nitekim çokgen isimlerinin bulunduğu bulmacada öğrencilerin en hızlı buldukları çokgenler daha çok harf sayısı olan çokgenlerdir.

Kahoot, öğrencilerin en çok beğendiği ve katıldığı uygulamalardandır. Ancak uygulamada öğrencilerin başarı oranlarının düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi soruların yorum gerektiren sorular olması ve öğrencilerin süre sınırı içeren yarışmada hızlı muhakeme edecek düşünme becerilerine sahip olmamalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin en başarılı oldukları soru tipleri ise doğru-yanlış sorularıdır. Bu çalışmanın bulguları Gündoğdu Alaylı'nın (2023), ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometrik cisimlere ilişkin algılarını incelediği ölçekte doğru-yanlış sorularında öğretmen adaylarının başarılarının yüksek olduğu bulgularıyla uyumaktadır. Bu durumun sebebinin, iki

seçenekten oluşan sorulara doğru cevap verme yüzdesinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **5.1.4. Yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair tartışma**

Deney grubu öğrencilerine her hafta zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden sonra 4 maddeden oluşan yansıtıcı günlük formu uygulanmıştır. Yansıtıcı günlük formunun 1. maddesi olan öğrencilerin sürece dair ne hissettikleri ile ilgili maddeye verilen cevaplar öğrencilerin büyük çoğunluğunun süreci beğendiğini göstermektedir. Ayrıca öğrenciler süreci eğlenceli, eğitici, akılda kalıcı, verimli bulduklarını da belirtmişlerdir. Bu durum Bütüner'in (2014), Gültekin'in (2013), Özarıslan'ın (2013) ve Uluç'un (2019) çalışmalarında zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına dair öğrencilerin olumlu görüş bildirdikleri bulgularıyla uyusmaktadır.

Haftalar geçtikçe öğrencilerin öğrenme sürecine dair görüşleri genel olarak değişmeye de sorulara verdikleri yanıtlar kısalarak daha özensiz hale gelmiştir. Bu durum öğrencilerin her hafta aynı formu doldurmaktan sıkılmalarından veya sürece dair farklı ve özgün ifadeler bulamamalarından kaynaklanmış olabilir.

Yansıtıcı günlük formunun 2. maddesi süreçte en beğenilen uygulamaların sorulduğu maddedir. Öğrencilerin en beğendikleri uygulamalar haftaya göre değişim gösterse de çoğunlukla öğrenciler oyunları beğendiklerini dile getirmişlerdir. Sürecin tamamını beğendiğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Videolar ve Kahoot yarışmaları da öğrencilerin çok beğendiğini belirttiği uygulamalardandır.

Yansıtıcı günlük formunun 3. maddesi süreçte zorlanılan noktaların sorulduğu maddedir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte hoşuna gitmeyen bir durumun olmadığını belirtmişlerdir. Süreçte soruları çözmekte ve hızlıresim.com'a göndermede, internet hızında ve bazı sayfalara bağlanmada sorun yaşadığını belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Bu çalışmanın bulgularını destekleyen çalışmasında Gülburnu (2013), öğrencilerin Cabri 3d kullanılarak bilgisayar tabanlı öğretime dair büyük çoğunluğunun olumsuz bir görüş bildirmediğini ancak birkaç öğrencinin teknik sorunlar yaşadığını belirtmiştir. Ayrıca bu durum, Bütüner'in (2014) çalışmasında zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına etkinliğin içeriğine göre öğrencilerin sıkılabildiği bulgularıyla örtüşmektedir. Bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde Uluç (2019), çalışmasında öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamında bazı etkinlikleri yapamamalarından kaynaklı sorunlar yaşadıklarını belirtmiştir.

Yansıtıcı günlük formunun 4. maddesi süreçte değiştirilmek istenen noktaların sorulduğu maddedir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu süreçte değiştirmek istediği bir durumun olmadığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin en fazla değiştirmek istediği durum ise daha fazla oyun yüklenmesi üzerinedir. Mevcut çalışmanın bulgularıyla çelişen çalışmasında Uluç (2019), öğrencilerin bazı etkinliklere dair yeni ve tamamlayıcı fikirler öne sürdüklerini belirtmiştir. Mevcut çalışmadaki öğrencilerin daha önce deneyimlemediği uygulamanın verdiği heyecanın, uygulamaya dair eleştirel yorumlar yapmalarının önüne geçtiği düşünülmektedir.

### **5.1.5. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara dair tartışma**

Deney grubu öğrencilerinin zenginleştirilmiş öğrenme sürecine dair görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Deney grubu öğrencileri zenginleştirilmiş öğrenme ortamına dair genellikle olumlu görüşler sunmuşlardır. Öğrenme ortamını zevkli, eğitici, farklı bulan öğrenciler çoğunluktadır. Öğrencilerin olumsuz yorumlarında ise genel olarak teknik sorunlara odaklandıkları görülmüştür. Bu çalışmanın bulguları, Gülburnu'nun (2013), öğrencilerin Cabri 3d kullanılarak bilgisayar tabanlı öğretime dair olumlu görüş bildirdikleri bulgularıyla uyusmaktadır. Mevcut çalışmanın bulguları Tum'un (2019), öğrencilerin farklı öğretim yöntemleriyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğretimin eğlenceli şekilde gerçekleşmesini ve derse katılımı artırmasını sağladığı bulgularıyla da örtüşmektedir. Bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte Yağmur (2020), çalışmasında 6. sınıf öğrencilerinin oyun tabanlı asal sayıların öğretimini eğlenceli, öğretici buldukları bulgusuna ulaşmıştır. Bu çalışmanın bulguları Erduran'ın (2020), çalışmasında 9. sınıf öğrencilerine Fonksiyonlar konusunun öğretiminde teknoloji destekli zenginleştirilmiş öğretim ortamına dair öğrencilerin olumlu görüş bildirdikleri bulgusuyla uyusmaktadır. Ayrıca Sır'ın (2022), öğrencilerin bilgisayar tabanlı öğretimi eğlenceli, kalıcı, ilgi çekici ve verimli bulduğu bulgusu da bu çalışmanın bulgularıyla uyusmaktadır. Tüm bu sonuçların, öğrencilerin değişen ve gelişen dünyada sıradan kâğıt kalem ortamında ve düz anlatım yoluyla yapılan öğretimleri sıkıcı bulmasından ve çağa uygun interaktif ve farklı yöntemlere ihtiyaç duymasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Koğu ve Kış (2016), çalışmalarında teknoloji tabanlı öğrenmenin birden fazla duyu organına hitap ettiği ve her yerde erişim imkânı sağladığından öğrenciler için çağa uygun bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

Deney grubu öğrencileri süreçte en çok Kahoot yarışmasını beğendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca oyunlar ve videolar da öğrenciler tarafından beğenilmiştir. Korkmaz ve

Tetik (2018), çalışmalarında öğrencilerin Kahoot kullanımını zevkli ve öğretici bulduklarına dair bulguları mevcut çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Mevcut çalışmanın bulgularına benzer şekilde Yağmur (2020), 6. sınıf öğrencilerinin oyun tabanlı asal sayıların öğretimini eğlenceli, öğretici buldukları bulgusuna ulaşmıştır. Öğrencilerin teknolojiyi bir öğretim aracı olarak görmekten öte eğlence aracı olarak görmelerinin bu durumun nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Öğrenciler zenginleştirilmiş öğretim sürecini beğendiklerini, öğrendiklerinin kalıcı olduğunu ancak etkinlik sorularının karmaşık geldiğini ve zaman zaman teknik sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum İlgün vd.'nin (2024), çalışmalarında öğretmen adaylarının zenginleştirilmiş kitapların motive edici ve öğretici oldukları, ancak teknik hatalarla karşılaşmanın mümkün olduğu şeklindeki bulgularıyla örtüşmektedir. Mevcut çalışmanın bulgularına benzer şekilde, Tekinarslan vd. (2015), çalışmalarında öğrencilerin akıllı tahta üzerinden zenginleştirilmiş öğrenmenin dikkat çekici, görsel-işitsel, zengin içeriğe sahip olması gibi olumlu yönlerini beğendiklerini belirtirken, ön bilgi yetersizliği ve teknik sorunların da süreçte dezavantaj oluşturduğunu belirttikleri görülmüştür. Mevcut çalışmada, çalışmayı etkileyecek teknik bir sorun yaşanmamıştır. Ancak zaman zaman internet hızının düşmesinin öğrencileri, sürece dair olumsuz yargı belirtmeye yönlendirdiği düşünülmektedir.

Öğrenciler süreçte kullanılan karikatürleri beğendiklerini, karikatürlerin öğrenme sürecine olumlu etkide bulunduğunu ve görsel, eğlenceli, motive edici olduklarını belirtmişlerdir. Bu durum Demirtaş vd.'nin (2012) çalışmalarında fen eğitiminde karikatür kullanımının öğrenciler tarafından eğlenceli, eğitici ve kalıcı öğrenmeyi sağlayıcı bulunduğunu ve Türkçe, matematik derslerinde de kullanılmasını istedikleri yönündeki bulgularla uyusmaktadır. Sexton (2010) çalışmasında, mevcut çalışmayı destekler nitelikte, öğrencilerin matematik öğretiminde karikatür kullanımına dair olumlu görüşler bildirdiklerini belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmanın bulguları Baran Bulut vd.'nin (2021) çalışmalarında, öğrencilerin Fonksiyonlar konusunun öğretiminde kullanılan kavram karikatürlerinin eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarına dair bulgularıyla örtüşmektedir.

Öğrenciler matematik tarihi etkinliklerini beğendiklerini, matematik tarihine dair bilgi edindiklerini ve ilgi çekici bulduklarını belirtmişlerdir. Bu durum Isoda ve Aoyama'nın (2000) çalışmalarında, öğrencilerin matematik tarihi ile yapılan öğretimi etkileyici bulduklarını bulgularıyla uyusmaktadır. Kapoufu ve Kapoufu (2020), çalışmalarında mevcut çalışmanın bulgularını destekleyecek şekilde, öğrencilerin matematik tarihi ile yapılan Pisagor Teoremi

öğretimini zevkli ve özgüven artırıcı bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca mevcut çalışmanın bulguları Şahin ve Danacı'nın (2020), 7. sınıf öğrencilerinin matematik tarihi etkinliklerine dair olumlu görüş bildirdiklerini belirttiği bulgularıyla da örtüşmektedir.

Öğrenciler VPC etkinliklerini zorlayıcı bulduklarını ancak aynı zamanda zihinlerini geliştirdiğini düşündükleri için beğendiklerini belirtmişlerdir. Bu durum, Tum'un (2019) çalışmasında, zenginleştirilmiş öğrenme ortamında zorlayıcı, açık uçlu ve düşündürücü problemlerin muhakeme becerisini geliştireceği bulgusuyla uyusmaktadır.

Öğrenciler videoları eğlenceli, komik ve ilgi çekici bulduklarını belirtmişlerdir. Videolardaki soruların karmaşık olduğunu ve bu nedenle videoları sıkıcı bulunduğunu belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Bu durum öğrencilerin alışkın olmadıkları soru tiplerine karşı nasıl çözüm oluşturacağını bilmemelerinden ve videoların parça parça ve hızlı bir şekilde ilerlemesiyle öğrencilerin soruları bütünsel olarak görememelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum da öğrencilerin bütüncül düşünemediğinin ve geometrik fikirleri genelleme alışkanlığını tam olarak kazanamadığının göstergesi olarak düşünülebilir. Bu bulguyu destekler nitelikte, Alp ve Kaleci (2018), öğrencilerin Youtube videolarının eğitim materyali olarak kullanılmasının dersin eğlenceli hale gelmesinde etkili olduğuna dair görüş bildirdiklerini belirtmişlerdir. Ghilay'ın (2021), üniversite öğrencilerinin metin ve video birlikte kullanılan uygulamalara dair olumlu görüş bildirdikleri bulgusu bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir. Costa ve Borges'in (2023), çalışmaları sonucunda üniversite öğrencilerinin pandemide matematik öğretiminde sıklıkla videolara başvurdukları ve videoların süreçte etkili ve öğretici olduğunu bildirdikleri bulguları da mevcut çalışmanın bulgularıyla uyusmaktadır.

Öğrenciler oyunların eğitici-öğretici, eğlenceli ve derse katılımı artırıcı olduğunu ve oyunları çok beğendiklerini belirtmişlerdir. Bu bulguya benzer şekilde, Çakıroğlu ve Güler (2021), çalışmalarında oyunlaştırma ile zenginleştirilmiş öğretime dair öğrencilerin motive edici ve derse katılımı artırıcı olduğuna dair fikir sunduklarını belirtmişlerdir. Literatürde mevcut çalışmanın bulgularını destekleyen çalışmalar mevcuttur (Afari vd., 2012; Aydın & Can, 2023; Katmada vd., 2013; Panagiotakopoulos, 2011; Salsabila vd., 2020; Yong vd., 2016). Mevcut çalışmanın bulgularını destekler nitelikteki çalışmalarında Salsabila vd. (2020), matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun eğitsel oyun kullanılarak matematik öğretimini eğlenceli, verimli, akıcı ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Aydın ve Can (2023), 7. sınıf öğrencilerin Çokgenler konusunda eğitsel

oyunlarla zenginleştirilmiş matematik öğretimini ilgi çekici olduğuna dair görüş bildirdiklerini belirttiği bulguları da mevcut çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir.

Öğrencilerin çoğunluğu derse katılımını yeterli bulmuştur. Bu durumun derse olan ilgilerini artırdığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin süreçte web sitesindeki etkinliklerle meşgul olmalarını derse katılım olarak nitelendirmelerinin bu durumda etkili olduğu düşünülmektedir. Sürece aktif katılmadığını düşünen öğrenci ise bu durumun sebebinin nörolojik bir rahatsızlığından kaynaklandığını iddia etmiştir.

Öğrenciler öğrenme sürecinde öğretmenlerinden ve arkadaşlarından yardım aldıklarını belirtmişlerdir. Süreçte araştırmacı öğrencilerin birbirleriyle etkileşim kurup birbirlerine yardımcı olmalarına olanak sağlamıştır. Bu durumun temelinde, öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları uygulamada ne yapacakları konusunda tedirgin olmaları ve özellikle arkadaşlarından daha rahat yardım isteyebilmeleri yatmaktadır. Aynı zamanda araştırmacı olan öğretmen de öğrencilere her ihtiyaç duyduklarında yardımcı olmuş, gerektiğinde tek tek ne yapacaklarına dair yol göstermiş ve özellikle animasyon-video soruları açıklama ihtiyacı hissetmiştir. Ancak süreç ilerledikçe öğrencilerin arkadaşlarına ve öğretmenlerine ihtiyaçları azalmıştır.

Öğrencilerin çoğunluğu uygulama öncesinde geometri dersini sevmediğini ve zor bulunduğunu belirtmiştir. Bu durumda Sır (2022), dinamik geometri ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamını kullanmadan önce öğrencilerin yalnızca yarısının geometriyi sevdiği bulgusuyla uyusmaktadır. Bu durum geometriye dair önyargılar, ön bilgilerin yetersizliği veya öğretim teknikleriyle alakalı olabilir. Öğrenciler öğrenme sürecindeki etkinliklerin derse karşı tutumlarını geliştirmede ve dersi daha iyi öğrenmelerinde katkı sağladığını belirtmişlerdir. Nitekim, öğrenciler süreçte derse karşı ilgili davranmışlar, yarışma ve oyunlarda özellikle heyecan ve coşkuyla katılmışlar ve olumlu görüşlerini her fırsatta araştırmacıya belirtmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin derse karşı tutumunda öğretim yöntem ve tekniklerinin etkisini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin çoğunluğu bundan sonraki matematik derslerinde zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde kullanılan etkinliklere benzer etkinliklerin kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Bu bulguya benzer şekilde Sır (2022), çalışmasında öğrencilerin dinamik geometri yazılımı ile zenginleştirilmiş öğretim ortamına dair olumlu görüşler bildirdiklerini ve gelecek derslerde kullanmak istediklerini belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmayı

destekler nitelikteki bulgulara ulaşan Gülburnu (2013), çalışmasında öğrencilerin Cabri 3d kullanılarak bilgisayar tabanlı öğretime dair büyük çoğunluğun geometriye bakış açısının değiştiğini ve gelecek derslerinde kullanmak istediklerini belirtmiştir. Ayrıca Yağmur'un (2020), çalışmasında 6. sınıf öğrencilerinin oyun tabanlı asal sayıların öğretimini beğendiklerini ve gelecek derslerde kullanmak istediklerini belirttiği bulguları da mevcut çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Öğrencilerin teknolojinin hâkim olduğu dünyada geçmişin devamı niteliğindeki kâğıt-kalem uygulamalarını çağdışı bulmaları ve kendilerine çoklu ortam sunan araçları kullanarak, özgün, farklı ve en önemlisi günün gereklerine uygun yöntemlerle ders işlemek istemelerinin bu durumun temelinde yatan nedenler olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerden süreçte öğretmeni ile daha iyi iletişim kurabildiğini belirten öğrenciler bulunduğu gibi öğretmeni ile ilişkisinin değişmediğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrenciler çalışmadan önce de öğretmeni ile yeterli düzeyde etkileşim kuran öğrencilerdir. Uygulamadan önce derse ilgisiz olan ve akademik başarısı düşük olan öğrenciler, öğretmenleri ile sınırlı etkileşim içindeyken; uygulama sürecinde derse katılımları ve öğretmenleriyle etkileşimleri artmıştır.

#### **5.1.6. Video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen bulgulara dair tartışma**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama süresince gözlemleri yapılarak gözlem formu doldurulmuştur. Uygulama esnasında ise video kayıtları alınmış ve bu kayıtlar incelenirken gözlem formları tekrar kontrol edilerek gözden kaçırılan bir husus olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Video kayıtları ve gözlem formlarından elde edilen bulgular öğrencilerin süreçte derse katılımının genel olarak yüksek düzeyde olduğunu, öğrencilerin derse karşı ilgilerinin arttığını ve öğrenen değil keşfeden rolünden olmaktan keyif aldıklarını göstermektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu derse telefon veya tablet ile katılmıştır; ancak yanında kâğıt kalem bulunduran öğrenci sayısı ilk haftalarda oldukça azdır. Bu oran zamanla artış göstermiştir.

Öğrenciler zorlandıkları, nasıl yapacaklarından emin olamadıkları sayfalarda öğretmenlerinden ve arkadaşlarından yardım almışlardır. Bu durumun onların iş birliği yapabilme becerilerine olumlu etki ettiği düşünülmektedir.

Öğrencilerin süreçte bazı etkinliklerde katılımlarının arttığı, bazılarında ise sıkıldıkları gözlenmiştir. Kahoot'un öğrencilerin en çok katılım gösterdiği ve eğlendiği uygulama olduğu gözlenmiştir. Oyun oynarken de öğrencilerin ilgi düzeyi artmıştır. Ancak öğrencilerin dijital

hikâye sorularından hoşnut kalmadıkları görüldüğünden, uygulama sitesine daha fazla dijital hikâye sorusu eklenmemiştir. Öğrenciler etkinlik içeren animasyon-video sorularının çok olması ve cevaplarının da resim yoluyla gönderilmesinden sıkılmış ve zorlanmışlardır. Bu durum animasyonlardaki ses kalitesi ve matematik sorularının bütünlüğünün bozulmasıyla ilişkilendirilebilir.

Uygulama sitesi ve internet bağlantılarına dair araştırmacının uygulama öncesinde endişe duyduğu problemler yaşanmamıştır. Süreçten önce araştırmacı, internet hızının araştırmanın yapıldığı bölgede düşük olması ve internet bağlantısının birçok öğrenci tarafından paylaşılacak olmasından dolayı kopmalar yaşanabileceğine dair endişeler taşımıştır. Ancak her ne kadar internet hızı bazı durumlarda düşse de, genel olarak uygulama sürecini olumsuz etkileyecek bir durumla karşılaşılmamıştır. Uygulama sitesinde ise birkaç sayfa uygulama esnasında açılmamıştır. Araştırmacının anında güncelleme yapması bu durumu çözmüştür. Ayrıca öğrencilerin arka planda ders dışı uygulamalara erişim sağlamasından endişe duyulsa da araştırmacının ortamı sürekli kontrol altında tutması ve sınıf mevcudunun azlığının her öğrenciyi kontrol etmeyi kolaylaştırması bu durumun önüne geçmiştir.

Uygulama süreci, geleneksel öğretim ortamlarından farklı olduğundan öğrencilerin sürece uyum sağlaması zaman almıştır. Bu durum öğrenme ortamında öğrencilerin daha rahat davranmasına neden olurken disiplin sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Öğrencilerin derste daha fazla gürültü yaptığı, birbirleriyle iletişimlerini daha samimi kurdukları ve öğretmenleriyle iletişimlerinde de zaman zaman üsluplarına dikkat etmedikleri gözlenen sorunlar arasındadır. Özellikle etkinliklerin ders süresinden kısa olduğu haftada sınıf yönetimi daha zorlaştığından, uygulama sitesi hazırlanırken ders süresine uygun olmasına da dikkat edilmiştir. Bu durum Erdem'in (2015), çalışmasında zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında gürültü, sınıf hakimiyeti gibi zorlukların yaşandığını belirttiği bulgularıyla uyusmaktadır.

## **5.2. Sonuç**

Bu bölümde araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlar altı başlık altında toplanmıştır. İlk olarak, ZGAT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir. İkinci başlıkta, SKTT'den elde edilen nicel ve nitel bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir. Üçüncü başlıkta, zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir. Dördüncü başlıkta, yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir. Beşinci başlıkta, yarı yapılandırılmış

görüşme formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir. Altıncı başlıkta, video kayıtları ve gözlem formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlara yer verilmiştir.

### **5.2.1. ZGAT'den elde edilen bulgulara dair sonuçlar**

Deney ve kontrol grubuna ön ve son test olarak uygulanan ZGAT'den elde edilen bulgulara bakıldığında, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ZGA kullanım düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerin ZGA kullanım düzeyinin, kontrol grubuna göre daha fazla geliştiği görülmüştür. Buna göre, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin ZGA'yı geliştirmede geleneksel öğrenme ortamına göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama öncesinde öğrencilerin ZGA kullanımlarının çok düşük oranda olmasına rağmen uygulama sonrasında her iki grubun da ZGA kullanımlarının arttığı görülmüştür. Bu durum, ZGA'yı etkili kullanabilmede öğrenme ortamının etkisini ortaya koymaktadır.

Uygulama sonrasında, son testlerde deney ve kontrol grubu öğrencileri en fazla ilişki kurarak muhakeme etme alışkanlığı kullanmışlardır. Öğrencilerin iki şekli benzer/ farklı yönlerini kullanarak ilişkilendirebilmede, şekli alt şekilleriyle ilişkilendirebilmede ve orantısal muhakeme yapabilmeye gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Deney grubunda son testte en az kullanılan alışkanlık geometrik fikirleri genellemedir. Bu alışkanlığın alt alışkanlıklarının birçoğunun öğrenciler tarafından yetersiz düzeyde kullanıldığı görülmüştür. Bu durum deney grubu öğrencilerinin özel durumlarından genel bir yargı oluşturma, tanıdık durumları ve ötesini fark edebilme, çözüm kümesine dair yorum yapabilme ve kural oluşturulabilme alışkanlıklarını yetersiz düzeyde kullandıklarını göstermektedir.

Kontrol grubunda son testte en az kullanılan alışkanlık değişmezleri araştırmadır. Bu durumda, öğrencilerin şekle yapılan dönüşümlerde değişen-değişmeyen özellikleri keşfetme, dönüşümün ve sürekli dönüşümün sonuçlarını öngörme ve dinamik düşünme alışkanlıklarını yeterli düzeyde kullanamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

### **5.2.2. SKTT'den elde edilen bulgulara dair sonuçlar**

Deney ve kontrol grubuna ön ve son test olarak uygulanan SKTT'den elde edilen bulgulara bakıldığında, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde sezgisel kuralları kullanımları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, uygulama sonrasında deney grubu

öğrencilerin sezgisel kural kullanımlarının, kontrol grubuna göre azaldığı görülmüştür. Buna göre, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin daha az sezgisel kural kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

SKTT'den elde edilen veriler incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte sıklıkla sezgisel kuralları kullandıkları görülmüştür. Kontrol grubunun son testte sezgisel kural kullanımında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Deney grubu öğrencilerinin ise son testte özellikle aynı A aynı B sezgisel kuralını sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Her şey sonsuza kadar bölünebilir sezgisel kuralını ise daha az sıklıkta kullanmışlardır.

### **5.2.3. Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan etkinliklerden elde edilen bulgulara dair sonuçlar**

Deney grubu öğrencilerinin zenginleştirilmiş öğrenme ortamında kullandıkları ZGA'ların süreç ilerledikçe geliştiği görülmüştür. Ancak yine de süreçte kullanılan ZGA yeterli düzeyde değildir. Kullanılan alışkanlıklar genelde benzer alt alışkanlıklardan ibaret olup, birçok alt alışkanlığın hiç kullanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin en sık kullandıkları alışkanlık geometrik fikirleri genelleme alışkanlığı; en az kullanılan alışkanlık ise değişmezleri araştırma alışkanlığıdır. Öğrencilerin ZGAT'den elde edilen bulguların bu sonuç ile uyuşmadığı görülmüştür.

Deney grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde sezgisel kuralları oldukça seyrek kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin süreçte en fazla kullandıkları sezgisel kuralın aynı A aynı B kuralı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan öğretimin ZGA kullanımına, olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Sezgisel kural kullanımını ise bu öğrenme ortamında oldukça düşüktür.

### **5.2.4. Yansıtıcı günlük formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar**

Deney grubu öğrencilerine her hafta uygulama sürecinin sonunda uygulanan ve 4 maddeden oluşan yansıtıcı günlük formundan elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Bulgulara göre öğrenciler süreçten oldukça memnundur. Öğrenciler süreçte en çok Kahoot yarışmalarını ve oyunları beğenmişlerdir. En çok zorlandıkları kısımlar ise videolardaki soruları anlayıp çözmek ve çözümlerini resim olarak araştırmacıya iletme olmuştur. Öğrencilerin süreçten memnun kaldıkları ve değiştirmek istemedikleri de elde edilen sonuçlar arasındadır.

### 5.2.5. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar

Deney grubu öğrencilerine uygulama sürecinin sonunda uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Bu sonuçlar şöyle sıralanabilir:

- Deney grubu öğrencileri zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yapılan öğretimi beğenmişlerdir.
- Deney grubu öğrencileri en çok Kahoot yarışmalarını ve oyunları beğenmişlerdir.
- Deney grubu öğrencileri video soruları karmaşık bulmuştur. Ayrıca zaman zaman yaşanan teknik sorunlara karşı olumsuz görüş bildirmişlerdir.
- Deney grubu öğrencileri uygulama sürecindeki karikatürleri, matematik tarihi etkinliklerini ve VPC etkinliklerini beğenmişlerdir.
- Deney grubu öğrencileri videoları eğlenceli, komik ve ilgi çekici bulmuşlardır.
- Deney grubu öğrencileri derse katılımlarını yeterli bulmuşlardır. Ayrıca süreçte arkadaşlarından, öğretmenlerinden de gerekli durumlarda yardım almışlardır.
- Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında geometriyi dersine karşı olumlu tutum geliştirdiği görülmüştür. Öğrenciler bundan sonraki geometri derslerini benzer şekilde işlemek istemişlerdir.
- Deney grubu öğrencilerinin oyunların eğitici-öğretici, eğlenceli ve derse katılımı artırıcı olduğunu belirttiği ve oyunları çok beğendikleri sonucuna ulaşılmıştır.
- Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı öğrencilerin öğretmenleri ile ilişkisine katkı sağlamıştır.

### 5.2.6. Video kayıtları ve gözlem formundan elde edilen bulgulara dair sonuçlar

Deney grubu öğrencilerinin uygulama süresince video kayıtları alınmış ve gözlem formları doldurulmuştur. Bu veri toplama araçlarından elde edilen sonuçlar birlikte yorumlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, her derste materyal eksikliği bulunan öğrenciler olmuştur. Buna rağmen öğrenciler sürece aktif katılmış ve sürece ilgi göstermişlerdir. Özellikle Kahoot yarışmalarına tüm sınıf katılım göstermiştir.

Öğrenciler sürece adapte olması zaman alsa da süreçte birbirleriyle ve öğretmenleriyle etkili iletişim kurmuşlardır. Bu durum çoğunlukla olumlu bir hava oluştursa da zaman zaman sınıf hakimiyetini zorlaştırmıştır.

Uygulama sürecinde teknik sorunlar ve güncelleme problemleri yaşanmıştır. İnternet hızının düşük olması, bağlantı süresini artırdığı için etkinlik sürelerini uzatmıştır; ancak süreci engelleyecek ölçüde bir problem yaşanmamıştır.

### 5.3. Öneriler

Bu çalışmada lise öğrencilerine zenginleştirilmiş öğrenme ortamında sunulan öğretimin ZGA'ya ve sezgisel kural kullanımına etkisi incelenmiştir. Araştırmada mümkün olduğunca farklı zenginleştirme araçları kullanılarak öğrenme ortamı oluşturulmuş olup bu uygulamanın öğrencilere ZGA ve SKT çerçeveleri bağlamlarında olumlu etkisi gözlenmiştir. Benzer bir öğrenme ortamının farklı değişkenlere etkisinin inceleneceği çalışmaların da literatüre zenginlik katacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda araştırmacılara şu öneriler sunulmuştur:

- Bu çalışmada ADDIE öğretim tasarım modeli kullanılmıştır. Bu model veya başka bir öğretim tasarım modeli kullanılarak farklı çalışma gruplarına farklı problem cümlesi içeren çalışmaların planlanması ve uygulanması önerilmektedir.
- Bu çalışmada zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı kullanılmıştır. Bu ortama dahil olan zenginleştirme öğelerinden biri veya birkaçı seçilerek o öğelerin ZGA'ya ve sezgisel kural kullanımına etkisi incelenebilir.
- Zenginleştirilmiş öğrenme ortamına gömülen uygulama, bağlantı ve manipülatifler geliştirilip değiştirilebilir.
- Bu çalışma 10. sınıf öğrencileri üzerinde yürütülmüştür. İlkokul, ortaokul ve lisans öğrencileriyle de benzer çalışmalar yapılabilir. Özellikle SKT çerçevesinin bireylerin deneyimleriyle ilişkilendirilen bir çerçeve olmasına bağlı olarak bu kuralların kullanımının yaşa bağlı oluşan tecrübelerle azalabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle SKT çerçevesinin ilkökul ve ortaokul öğrencilerine yapılacak çalışmalarda daha etkili sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda ilkökul ve ortaokul öğrencileri ile benzer çalışmaların yapılması önerilmektedir.
- Bu çalışmada öğretmen görüşlerine yer verilmemiştir. Öğretmenlerin görüşlerinin esas alındığı çalışmalar yapılabilir.

Araştırma kapsamında öğretmenlere ise;

- Öğrenme ortamları oluştururken mümkün olduğunca zenginleştirmeleri,

- Teknolojiyi öğrenme ortamında orantılı bir şekilde kullanmaları,
- Öğrenme ortamında ZGA'yı geliştirmeye odaklanmaları,
- Öğrenme ortamını öğrencilerin sezgisel kuralları kullanmaların önüne geçebilecek şekilde tasarımları önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Afari, E., Aldridge, J. M., Fraser, B. J., & Khine, M. S. (2013). Students' perceptions of the learning environment and attitudes in game-based mathematics classrooms. *Learning Environments Research*, 16, 131-150.
- Ağırman Aydın, T. & K Demir, B. (2020). *Geometri ve ğretimi*. Pegem Akademi.
- Akay, H., Soybaş, D., & Argn, Z. (2006). Problem kurma deneyimleri ve matematik ğretiminde açık-uçlu soruların kullanımı. *Kastamonu Education Journal*, 14(1), 129-146.
- Akgündüz, D. (2019). *Fen ve matematik eğitiminde teknolojik yaklaşımlar*. Anı Yayıncılık.
- Akpınar, B., Akdağ, M., & İzci, E. Müfredat laboratuvar okullarında (MLO) görev yapan ğretmen ve yöneticilerin uygulamada karşılaştıkları sorunlar (Malatya ili rneği). *Journal of Social Science*, 11(2), 217-224.
- Alp, Y. & Kaleci, D. (2018). YouTube sitesindeki videoların eğitim materyali olarak kullanımına ilişkin ğrenci görüşleri. *International Journal of Active Learning*, 3(1), 57-68.
- Altıkardeş, E. & Yiğit Koyunkaya, M. (2022). Matematik ğretmenliği lisans ğrencilerinin geometrik alışkanlıklarının incelenmesi: Trigonometri rneği. *Muğla Sıtkı Koman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 514-540. [https:// 10.21666/muefd.1032938](https://10.21666/muefd.1032938)
- Arcavi, A. & Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: An example of an approach. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, 25-45. <https://doi.org/10.1023/A:1009841817245>
- Arida, R.A., Andrade, R.R. & Mabilangan, R.A. (2022). Mathematics self-efficacy and the use of virtual math manipulatives among pre-service teachers. *International Journal of Educational Management and Development Studies*, 3(2), 45-66. <https://doi.org/10.53378/352897>
- Arseven, A. (2020). *Matematik ğretim yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Aydın, A., & Can, A (2023). Seventh grade students' attitudes and opinions towards mathematics course enriched with educational games: Mathematics course enriched with educational games. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 15(3), 2033-2057.
- Babai, R., Levyadun, T., Stavy, R. & Tirosh, D. (2006) Intuitive rules in science and mathematics: a reaction time study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(8), 913-924, [https:// 10.1080/00207390600794958](https://10.1080/00207390600794958)
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Yayıncılık.
- Baki, A. (2020). *Matematiği ğretme bilgisi*. Pegem Akademi.
- Barahmand, A. (2019). "Tending to the midpoint": An intuitive rule in mathematical thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 102(2), 221-238.

- Başışık, H. (2010). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yayın No. 293041) [Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Batu, A. (2022). *8. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ortamıyla desteklenmiş etkinliklerdeki zihnin geometrik alışkanlıklarının incelenmesi* (Yayın No. 822892) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Baykul, Y. (2020). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8. sınıflar)*. Pegem Akademi.
- Baykul, Y. (2022). *İlkokulda matematik öğretimi*. Pegem Akademi.
- Bedeloğlu, T. İ. (2016). *Geogebra ve video ile zenginleştirilmiş web tabanlı matematik eğitiminin geometri başarısına ve öz-yeterliliğe etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 435222) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Bekiroğlu, D., & Yalçın, D. (2024). The treatment of history of mathematics in mathematics textbooks: A comparative study of Türkiye and Greece. *Temel Eğitim Dergisi*, 23, 22-32. <https://doi.org/10.52105/temelegitim.23.2>
- Bintaş, J., & Bağcıvan, B. (2005). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi. *HAYEF Journal of Education*, 4(1), 33-45.
- Bishop, A. J. (1980). Spatial abilities and mathematics education: A review. *Educational Studies in Mathematics*, 11(3), 257-269.
- Bogaart Agterberg, V. D., Oostdam, R. J., & Janssen, F. J. J. M. (2021). From speck to story: relating history of mathematics to the cognitive demand level of tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 110, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10093-6>
- Bos, B. (2009). Virtual math objects with pedagogical, mathematical and cognitive fidelity. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 521-528.
- Bouck, E.C., Satsangi, R., Doughty, T.T. & Courtney W., T. (2014). Virtual and concrete manipulatives: A comparison of approaches for solving mathematics problems for students with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*, 44, 180-193. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1863-2>
- Bozkurt, A. & Koç, Y. (2016). Zihnin geometrik alışkanlıkları. E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (ss. 278-290). Pegem Akademi.
- Branch, R. M. (2010). *Instructional design: The Addie approach*. Springer.
- Buijsman, S. (2018). *Pisagor evimizin her şeyi*. Bkz Yayıncılık.
- Bull, G., & Kajder, S. (2005). Digital storytelling in the language arts classroom. *Learning & Leading with Technology*, 32(4), 46-49.
- Bulut, D. B., Karabayır, Z., İnel, S., & Yıldız, B. (2021). Evaluation of animated concept cartoons on fractions developed based on teachers' and students' views. *Turkish Journal of Teacher Education*, 10(2), 125-141.

- Bülbül, B. Ö. (2016). *Matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme alışkanlıklarını geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi* (Yayın No. 423161) [Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Bülbül, B. Ö. (2021). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme alışkanlıkları ile geometri başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(1), 15-28.
- Bülbül, B. Ö., & Güler, M. (2021). Can geometry achievement and geometric habits of mind be improved online? Reflections from a computer-aided intervention. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(3), 376-398. <https://doi.org/10.1177/0047239520965234>
- Bütüner, S. Ö. (2014). *Matematik tarihi etkinlikleriyle zenginleştirilmiş sınıf ortamlarından yansımalar: Bir aksiyon araştırması* (Yayın No. 381072) [Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün Ö., E. Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Campbell, J. (2006). Theorising habits of mind as a framework for learning. *Computer and Mathematics Science*, 6(1), 102-109.
- Cantürk, G. (2007). *Bilgisayar teknolojisinin okul yönetiminde kullanımında, okul yöneticilerinin bilgisayar teknolojisine karşı tutumları ile kullanma düzeyleri ve öğretmenlerin bilgisayar teknolojisini kullanma düzeyi: Antalya ili örneği* (Yayın No. 229318) [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Ceylan, Ö., & Karahan, E. (2021). STEM odaklı matematik uygulamalarının 11. sınıf öğrencilerinin matematik tutum ve bilgileri üzerine etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(2), 660-683. <https://doi.org/10.18039/ajesi.793601>
- Clark, K., Kjeldsen, T. H., Schorcht, S., Tzanakis, C., & Wang, X. (2016). History of mathematics in mathematics education. Recent developments. *History and Pedagogy of Mathematics*.
- Clements, D. H., & McMillen, S. (1996). Rethinking “concrete” manipulatives. *Teaching children mathematics*, 2(5), 270-279.
- Costa, S. F., & Borges, A. I. (2023). Students’ pre-and post-covid-19 perception of mathematics videos in higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(10), 1506-1512.
- Costa, A. L., & Kallick, B. (2007). *Learning and leading with habits of mind: 16 essential characteristics for success*. Art Education Collaborative.
- Creswell, J. (2020). *Nitel araştırma yöntemleri*. Siyasal Kitabevi.

- Cumhur, F. (2025). Matematik eğitiminde teknoloji kullanımının öğretim üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 38(3), 850-870. <https://doi.org/10.19171/uefad.1665649>
- Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996). Habits of mind: An organizing principle for mathematics curricula. *The Journal of Mathematical Behavior*, 15(4), 375-402.
- Çadırlı, G. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin geometri öz-yeterlik inançlarının ve geometrik düşünme becerilerinin incelenmesi* (Yayın No. 472256) [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Çakıroğlu, Ü. (2010). *Ortaöğretim 9. sınıf matematik müfredatına uygun öğrenme nesnelерinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayın No. 259898) [Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Çakıroğlu, Ü. (2014). Enriching project-based learning environments with virtual manipulatives: A comparative study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 55, 201-222. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2014.55.12>
- Çekmez, E. & Baki, A. (2019). Dinamik matematik yazılımı kullanımının öğrencilerin türev kavramının geometrik boyutuna yönelik anlamalarına etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 31-58.
- Çırak, S. (2021). *Özel yeteneklilerde teknoloji destekli etkinliklerle zenginleştirilmiş matematik öğretimi* (Yayın No. 679515) [Yüksek lisans tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Dağdelen, İ. (2024). *Geometrik düşünme alışkanlıklarının geliştirilmesine yönelik hazırlanan öğretim tasarımının ortaokul öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine etkisi* (Yayın No. 849463) [Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- De Villiers, M. (1996, 2-4 Ekim). *The future of secondary school geometry. In slightly adapted version of Plenary* [sözlü sunum]. SOSI Geometry Imperfect Conference, South Africa.
- Dembo, Y., Levin, I., & Siegler, R. S. (1997). A comparison of the geometric reasoning of students attending Israeli ultraorthodox and mainstream schools. *Developmental Psychology*, 33(1), 92-109. <https://10.1037/0012-1649.33.1.92>
- Demen, Y. (2025). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının hazırladıkları dijital hikayelerin yaratıcılık açısından incelenmesi* (Yayın No. 926599) [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Demirtaş, Z., Kızılcı, F. B., & Yiğit, E. A. (2012). Concept cartoons in science education: Availability and students' opinions about the cartoons. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 861-865.
- Design-Based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Desoete, A., Praet, M., Van de Velde, C., De Craene, B. & Hantson, E. (2016). Enhancing mathematical skills through interventions with virtual manipulatives. P., Moyer-

- Packenham (ed.), *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives. mathematics education in the digital era* içinde (ss 171-187). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1_8)
- Dinçer, B. (2019). *Dijital hikâye temelli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin kavram öğrenmeleri üzerine etkileri* (Yayın No. 557449) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Döğer, M. F. (2016). *Bilgisayar destekli eğitimlere katılan öğretmenlerin görüş ve deneyimlerine bağlı olarak eğitimde teknoloji kullanımını etkileyen dinamikler* (Yayın No. 456692) [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Driscoll, M. J., DiMatteo, R. W., Nikula, J., & Egan, M. (2007). *Fostering geometric thinking: A guide for teachers, grades 5-10*. Heinemann.
- Dooren, W. V., De Bock, D., Weyers, D., & Verschaffel, L. (2004). The predictive power of intuitive rules: A critical analysis of the impact of more A – more B and same A – same B. *Educational Studies in Mathematics*, 56, 179-207.
- Duffin, J. (2010, 27-28 Temmuz). *Using virtual manipulatives to support teaching and learning mathematics* [sözlü sunum]. First North American GeoGebra Conference, Ithaca, USA.
- Dunn, S., & Ridgway, J. (1994). What GATE did: an exploration of the effects of the CATE criteria on students' use of information technology during teaching practice. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 3(1), 39-50. <https://doi.org/10.1080/0962029940030104>
- Duran, N., Önal, A., & Kurtuluş, C. (2006, 9-11 Şubat). *E-öğrenme ve kurumsal eğitimde yeni yaklaşım öğrenim yönetim sistemleri* [sözlü bildiri]. Bilgi Teknolojileri Kongresi IV, Akademik Bilişim, Denizli, Türkiye.
- Durmuş, S., & Karakırık, E. (2006). Virtual Manipulatives in Mathematics Education: A Theoretical Framework. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(1), 117-123.
- Dursun, H. (2023). *ADDIE tasarım modeline göre WEB 2.0 araçlarıyla ilkökul 4. sınıf matematik öğrenme ortamı geliştirme süreci* (Yayın No. 793133) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. *Basic Issues for Learning*, 2-25.
- Egozi, R. (1993). *Subdivision processes in science and mathematics* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Tel-Aviv University].
- Elsayed, A., Wardat, Y., Alawaed, M., & Albaraami, Y. (2025). The effect of employing project-web learning approach in teaching mathematics instruction methods course on developing the mind habits among Dhofar University students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(2), 1-16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15930>

- Erdem, E. (2015). *Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının matematiksel muhakemeye ve tutuma etkisi* (Yayın No. 381651) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Erdoğan, N. (2019). *Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme ve kurma bağlamında matematiksel zihin alışkanlıklarının gelişiminin incelenmesi* (Yayın No. 570555) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Erduran, A. (2020). Fonksiyon kavramının öğretiminde teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrenci başarısına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 169-194.
- Eroğlu, A. (2012). Henri Bergson'da bilinç-sezgi ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2012(27), 81-102.
- Ersoy, Y. (2005). Matematik eğitimi yenileme yönünde ileri hareketler-1: Teknoloji destekli matematik öğretimi. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(2), 51-63.
- Erşen, Z. B. (2018). *Onuncu sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme alışkanlıklarını geliştirmeye yönelik öğretim ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayın No. 501921) [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Ertekin, E. & Ünlü, M. (2020). *Geometri ve ölçme öğretimi: tanımlar, kavramlar ve etkinlikler*. Pegem Akademi.
- Fatra, M., Sihombing, A. A., Aprilia, B., & Atiqoh, K. S. N. (2022). The impact of habits of mind on students' mathematical reasoning: The mediating initial ability. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 15(2), 118-132. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v15i2.540>
- Fauvel, J., & Van Maanen, J. (1997). The role of the history of mathematics in the teaching and learning of mathematics: Discussion document for an ICMI study (1997–2000). *Educational Studies in Mathematics*, 34, 255-259.
- Filiz, A. (2021). *ARCS kategorileri ile Bütünleşmiş Bilişsel Öğrenme Modelinin öğrencilerin Çokgenler ve Üçgenler konusundaki öğrenme düzeylerine ve motivasyonlarına etkisi* (Yayın No. 705669) [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Fischbein, E. (1999). Intuitions and schemata in mathematical reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 38(1), 11-50.
- Fischbein, E. (2002). *Intuition in science and mathematics: An educational approach*. Springer.
- Fischbein, E., & Schnarch, D. (1997). Brief report: The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 96-105.
- Foxman, D., & Ruddock, G. (1984). Assessing mathematics: 3. concepts and skills: Line symmetry and angle. *Mathematics in School*, 13(2), 9-13.

- Fried, M. N. (2001). Can mathematics education and history of mathematics coexist? *Science & Education*, 10, 391-408.
- Furner, J. M., & Marinas, C. A. (2007). Geometry sketching software for elementary children: Easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 83-91.
- Geogebra, (t.y.). *Geogebra nedir?* 12 Mayıs 2023 tarihinde <https://www.geogebra.org/about> adresinden alınmıştır.
- Ghilay, Y. (2021). Text-based video: The effectiveness of learning math in higher education through videos and texts. *Journal of Education and Learning*, 10(3), 55-63.
- Goldenberg, E. P. (1996). "Habits of mind" as an organizer for the curriculum. *Journal of Education*, 178(1), 13-34.
- Gülbahar, Y. (2021). *E-öğrenme*. Pegem Akademi.
- Gülburnu, M. (2019). *Problem çözümlerinin tartışıldığı öğrenme ortamında sosyomatematikselleşen normların ve öğrenme fırsatlarının incelenmesi* (Yayın No. 588473) [Yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Gültekin, S. T. (2013). *Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş matematik öğrenme ortamlarından yansımalar* (Yayın No. 344468) [Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Gümüş, F. Ö., & Umay, A. (2017). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavramsal/işlemsel çözüm tercihlerine ve problem çözme performansına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 746-764. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.304731>
- Gündoğdu Alaylı, Funda. (2023). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometrik cisimlere ilişkin algılarının ve ilişkilendirmelerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(3), 2148-2164. <https://doi.org/10.24315/tred:1343358>
- Güneş, İ. (2023). *Bireyselleştirilmiş eğitim planı (BEP) kapsamında dijital hikâye yardımıyla geometri öğretimi* (Yayın No. 822131) [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Gürkaynak, G. (2015). *Bilgisayar destekli matematik dersinin mathematica yazılımı ile işlenmesine yönelik durum çalışması* (Yayın No. 418251) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Güven, B., & Karataş, I. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.
- Güven, B. & Karpuz, Y. (2016). Geometrik muhakeme: Bilişsel perspektifler. E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (ed), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (ss. 246-263). Pegem Akademi.

- Hacıömeroğlu, G. (2019). İlkokul öğrencilerinin teknoloji destekli matematik öğrenmeye yönelik tutum ve kaygı düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 356-382. <https://doi.org/10.18009/jcer.581625>
- Hassan, H. M. (2020). The effect of using a program based on multiple intelligences theory in teaching geometry on developing preparatory stage pupils' habits of mind. *Journal of Research in Curriculum Instruction and Educational Technology*, 6(1), 149-174.
- Hegedus, S. J., & Moreno-Armella, L. (2010). Accommodating the instrumental genesis framework within dynamic technological environments. *For the Learning of Mathematics*, 30(1), 26-31.
- Hermans, C. M., Haytko, D. L., & Mott-Stenerson, B. (2009). Student satisfaction in web-enhanced learning environments. *Journal of Instructional Pedagogies*, 1-19.
- Hirstein, J. J. (1981). The second national assessment in mathematics: Area and volume. *Mathematics Teacher*, 74(9), 704-708.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is more than proof. *Mathematics Teacher*, 74(1), 11-18.
- Hoffer, T. B. (1992). Middle school ability grouping and student achievement in science and mathematics. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 14(3), 205-227.
- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2003). Elektronik tablolama ve dinamik geometri yazılımını kullanarak çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 2(2), 2-9.
- İlgün, Ş., Coştu, S., & Köse, İ. (2024). Z-kitap (zenginleştirilmiş kitap) uygulamalarının teknik, tasarım, içerik ve eğitsel özellikleri ile ilgili ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri. *EKEV Akademi Dergisi*, (100), 34-59.
- Isoda, M., & Aoyama, K. (2000, 17-21 Aralık). Mathematics history is another door for using technology in education: The change of belief in mathematics via exploring historical text with technology in the case of undergraduates [sözlü sunum]. *Proc. Fifth Asian Technology Conference in Mathematics*, Chiang Mai, Thailand.
- Jager, A., Fogarty, A., Tewson, A., Lenette, C., & Boydell, K. M. (2017). Digital storytelling in research: A systematic review. *The Qualitative Report*, 22(10), 2548-2582. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2017.2970>
- Jakes, D. S., & Brennan, J. (2025, 1 Ekim). *Capturing stories, capturing lives: An introduction to digital storytelling*. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d20digitalstorytelling.pbworks.com/f/capturing+stories+capturing+lives.pdf>
- Johanning, D. I. (2007). Is there something to be gained from guessing? Middle school students' use of systematic guess and check. *School Science and Mathematics*, 107(4), 123-131. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17927.x>
- Johnson, C. G. (2005). Lessons learned from teaching web-based courses: The 7-year itch. *Nursing Forum*, 40(1), 11-17. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6198.2005.00002.x>

- Kabapınar, F. (2021). *Kuramdan uygulamaya fen eğitiminde karikatür ve kavram karikatürleri*. Pegem Akademi.
- Kaçar, A. Ö., & Doğan, N. (2007). Okul öncesi eğitimde bilgisayar destekli eğitimin rolü. *Akademik Bilişim*, 31, 1-11.
- Kapofu, L. K., & Kapofu, W. (2020). "This maths is better than that maths"-exploring learner perceptions on the integration of history of mathematics in teaching the theorem of pythagoras: A case study. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/8446>
- Karadağ, Z., & McDougall, D. (2009). Visual explorative approaches to learning mathematics. *Psychology of Mathematics Education*.
- Karakarçayıldız, R. Ü. (2016). *7. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri ile çokgenleri sınıflama becerileri ve aralarındaki ilişki* (Yayın No. 435986) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Katmada, A., Mavridis, A., & Tsiatsos, T. (2014). Implementing a game for supporting learning in mathematics. *Electronic Journal of e-Learning*, 12(3), 230-242.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Keogh, B., Naylor, S., & Wilson, C. (1998). Concept cartoons: A new perspective on physics education. *Physics Education*, 33(4), 219-224.
- Kırmızıoğlu, H. A., & Adıgüzel, T. (2019). Ters yüz sınıf modelinin lise seviyesinde uygulanması: Kimya dersi örneği. D. Akgündüz (Ed.), *Fen ve matematik eğitiminde teknolojik yaklaşımlar içinde* (ss. 91-116). Anı Yayıncılık.
- Kıyak, Y. S., Budakoğlu, İ., & Coşkun, Ö. (2020). Öğretim tasarımı, modelleri ve program geliştirmeye ilişkisi. *Tip Eğitimi Dünyası*, 19(58), 5-23. <https://doi.org/10.25282/ted.605740>
- Kirschner, P. A., & Paas, F. (2001). Web-enhanced higher education: A tower of Babel. *Computers in Human Behavior*, 17(4), 347-353.
- Kobal, A. (2020). *10. sınıf çokgenler, dörtgenler ve yamuk konularında 5E Öğrenme Döngüsü Modeline dayalı öğretimin öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi* (Yayın No. 636238) [Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Koğu, T., & Kış, A. (2016). Ders denetiminde öğretmenlerin etkileşimli tahta kullanımına ilişkin müdür algıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(5), 1-15.
- Korkmaz, Ö., & Tetik, A. (2018). Örgün ve uzaktan eğitim öğrencilerinin derslerde Kahoot ile oyunlaştırmaya dönük görüşleri. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 7(2), 46-55.

- Korucu, S. (2009). *Çokgenler konusunda karikatür ve bilgisayar destekli öğretim yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yayın No. 250860) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Körükçü, E. (2015). *Zenginleştirilmiş öğrenme ortamında ortaokul öğrencilerinin matematiksel zihin alışkanlıklarının gelişiminin incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Kösa, T., & Kalay, H. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 83-92. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.348100>
- Köse, N. Y., & Tanışlı, D. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrideki zihinsel alışkanlıkları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(3), 1203-1230. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.3.1864>
- Köz, İsmail (2004). Sezginin bilgedeki yeri ve önemi. *Felsefe Dünyası*, (40), 41-54.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Bangert-Drowns, R. L. (1985). Effectiveness of computer-based education in elementary schools. *Computers in Human Behavior*, 1(1), 59-74. [https://doi.org/10.1016/0747-5632\(85\)90007-X](https://doi.org/10.1016/0747-5632(85)90007-X)
- Kuş Serin, G. (2015). *Etüt çalışmalarında web ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutum, kaygı ve motivasyonlarına etkisi* (Yayın No. 391188) [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Kutluca, T. (2017). Views of mathematics teacher candidates about the technological tools that can be used in mathematics lessons. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 321-330. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.6.3.321>
- Kuzu, A., Çankaya, S., & Mısırlı, Z. A. (2011). Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.
- Küçük Demir, B. & Sarıaslan, M.F. (2020). Teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamda geometri öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin Açılar konusundaki başarısına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 8 (16), 503-525. <https://doi.org/10.18009/jcer.735671>
- Küslü, F. (2015). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin' prizmalar 'konusundaki başarısına etkisi* (Yayın No. 396088) [Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity*, 43, 265-275. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9105-3>
- Leikin, R. (2007, 22-26 Şubat). Habits of mind associated with advanced mathematical thinking and solution spaces of mathematical tasks [sözlü bildiri]. *Proceedings of the Fifth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Larnaca, Cyprus.

- Liu, T. C., Lin, Y. C., & Kinshuk. (2010). The application of Simulation-Assisted Learning Statistics (SALS) for correcting misconceptions and improving understanding of correlation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(2), 143-158. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00330.x>
- Livne, G. (1996). *Market equilibrium and the intraday timing of public announcements*. Berkeley.
- Lowrie, T., Logan, T., & Hegarty, M. (2019). The influence of spatial visualization training on students' spatial reasoning and mathematics performance. *Journal of Cognition and Development*, 20(5), 729-751. <https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1653298>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Merriam, S. B. (2018). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. Nobel Yayıncılık.
- Mersin, N. & Durmuş, S. (2021). Zenginleştirilmiş matematik tarihi dersinin matematik öğretmen adayları üzerindeki etkileri. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Dergisi*, 13 (1), 635-668. <https://doi.org/10.24315/tred.708422>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=343>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Ortaöğretim matematik dersi (Hazırlık, 9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. <https://tymm.meb.gov.tr/>
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. P. S. Moyer-Packenham (ed.) *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* içinde (ss. 3-23). Springer.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer-Packenham, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202-218.
- Moyer-Packenham, P. S., & Suh, J. (2012). Learning mathematics with technology: The influence of virtual manipulatives on different achievement groups. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 31(1), 39-59.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 4(3), 35-50. <https://doi.org/10.4018/jvple.2013070103>
- Muruganantham, G. (2015). Developing of E-content package by using Addie model. *International Journal of Applied Research*, 1(3), 52-54.
- Naidoo, J., & Govender, R. G. (2019). Exploring in-service and pre-service teachers' perceptions of integrating technology-based tools when teaching circle geometry. *The*

*International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 26(2), 29-49.  
<https://doi.org/29.10.18848/2327-7971/CGP/V26I02/29-49>

Nesin, A. (2017). *Matematik canavarı*. Nesin Yayıncılık.

Niemi, H., Niu, S., Vivitsou, M., & Li, B. (2018). Digital storytelling for twenty-first-century competencies with math literacy and student engagement in China and Finland. *Contemporary Educational Technology*, 9(4), 331-353.  
<https://doi.org/10.30935/cet.470999>

Noss, R. (1987). Children's learning of geometrical concepts through Logo. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), 343-362.

Obied, Z. N. (2014). The difference between gifted and ordinary children in Jordan in their use of intuitive rule "more a-more b". *International Journal of Education and Research*, 2(3), 1-20.

Ohler, J. (2006). The world of digital storytelling. *Educational Leadership*, 63(4), 44-47.

Orhan, F., Kurt, A. A., & Bardakçı, S. (2020). *Öğrenme- öğretim Sürecinde teknoloji entegrasyonu üzerine karma yazılar*. Pegem Akademi.

Osman, M., & Stavy, R. (2006). Development of intuitive rules: Evaluating the application of the dual-system framework to understanding children's intuitive reasoning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 935-953.

Owston, R. D. (1997). Research news and comment: The world wide web: A technology to enhance teaching and learning? *Educational Researcher*, 26(2), 27-33.

Ozan, Ö. (2009, 11-13 Şubat). Cms, lms, lcms kavramları [sözlü sunum]. *XI. Akademik Bilişim Konferansı*, Şanlıurfa, Türkiye.

Özarslan, Y. (2013). *Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi* (Yayın No. 331054) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

Özarslan, M., Kubat, B., & Bay, Ö. F. (2007, 31 Ocak- 2 Şubat). Uzaktan eğitim için Entegre Ofis Dersi'nin Web tabanlı içeriğinin geliştirilmesi ve üretilmesi [sözlü sunum]. *VII. Akademik Bilişim Konferansı*, Kütahya, Türkiye.

Özdemir, A., & Çekirdekçi, S. (2022). Geometric habits of mind: the meaning of quadrilaterals for elementary school student teachers. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 9(1), 49-66. <https://doi.org/10.17278/ijesim.1033078>

Özden, Y. (2021). *Öğrenme ve öğretim*. Pegem Akademi.

Özen, D. (2015). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin geometrik düşüncülerinin geliştirilmesi: bir ders imecesi* (Yayın No. 395180) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

- Özkartal, Ç., & Öçal, T. (2021). Zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinin simetri konusundaki başarıya ve algıya etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(31), 80-102. <https://doi.org/10.35675/befdergi.738227>
- Özkul, A. E., & Aoki, K. (2007). E-Learning in Japan: Steam locomotive on shinkansen. *Open Praxis*, 1(1).
- Özpinar, İ., Gökçe, S., & Yenmez, A. A. (2017). Effects of digital storytelling in mathematics instruction on academic achievement and examination of teacher-student opinions on the process. *Journal of Education and Training Studies*, 5(10), 137-149. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i10.2595>
- Panagiotakopoulos, C. T. (2011). Applying a conceptual mini game for supporting simple mathematical calculation skills: Students' perceptions and considerations. *World Journal of Education*, 1(1), 3-14.
- Panagiotou, E., N (2011). Using history to teach mathematics: The case of logarithms. *Science & Education*, 20(1), 1-35. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9276-5>
- Patahuddin, S., Rokmah, S. & Ramful, A. (2020). What does teaching of spatial visualisation skills incur: an exploration through the visualise-predict-check heuristic. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 307-309. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00321-2>
- Paul, N., & Fiebich, C. (2005). The elements of digital storytelling. *School of Journalism and Mass Communication's Institute for New Media Studies and The Media Center*, 12(5).
- Piaget, J. (1965). *The moral judgement of the child*. Basic Book.
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1960). *Child's conception of geometry*. Routledge.
- Ragasa, C. Y. (2008). A comparison of computer-assisted instruction and the traditional method of teaching basic statistics. *Journal of Statistics Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889556>
- Randolph, J. J., Kangas, M., Ruokamo, H., & Hyvönen, P. (2016). Creative and playful learning on technology-enriched playgrounds: an international investigation. *Interactive Learning Environments*, 24(3), 409-422. DOI: 10.1080/10494820.2013.860902
- Reimer, K., & Moyer, P. S. (2005). Third-graders learn about fractions using virtual manipulatives: A classroom study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(1), 5-25.
- Reiten, L. (2020). Why and how secondary mathematics teachers implement virtual manipulatives. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(1), 55-84.
- Robin, B. (2006, 19 Mart). *The educational uses of digital storytelling* [sözlü sunum]. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. Florida, USA.

- Rojhany, L. (1997). *The use of the intuitive rule 'The more of A, the more of B': The case of comparison angles*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Tel Aviv University.
- Ruthven, K. (1990). The influence of graphic calculator use on translation from graphic to symbolic forms. *Educational Studies in Mathematics*, 21(5), 431-450. <https://doi.org/10.1007/BF00398862>
- Sağlık, N. (2007). *Pilot uygulamaları yürütülen ilköğretim matematik programına yönelik etkinliklerin bazı geometri konularının öğretimi üzerindeki etkileri* (Yayın No. 200918) [Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Salsabila, N. H., Lu'luilmaknun, U., Apsari, R. A., Wulandari, N. P., & Sripatmi, S. (2020). The perspectives of mathematics pre-service teacher student toward the use of educational games in mathematics learning. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 3(2), 85-93. <https://doi.org/10.32939/ejrpm.v3i2.527>
- Salvador, I. G. O., Sicat, M. C. A., & Daguman, A. F. B. (2016). Perceptions of teachers on the use of history in teaching mathematics. *Journal Sampurasun*, 2(2), 142-151.
- Schrage, G. (1983). (Mis-)interpretation of stochastic models. *Advances in Psychology*, 16, 351-361. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62207-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62207-4)
- Senger, E. (2019). *The effect of sociomathematical norms and technology integrated instruction on 6th grade students' understanding of altitude* (Yayın No. 602907) [Yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Sexton, M. (2010, 3-7 Temmuz). *Using concept cartoons to access student beliefs about preferred approaches to mathematics learning and teaching* [sözlü sunum]. Mathematics Education Research Group of Australasia, Freemantle, Western Australia.
- Sezer, N. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin matematiksel düşünme süreç ve becerilerinin boylamsal incelenmesi* (Yayın No. 580011) [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of Using GeoGebra on Students' Understanding in Learning Circles. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11.
- Shara, J. (2013). Benefits from integrating history of mathematics into teaching. *Proceedings of 5th International Week Dedicated to Maths*.
- Shirley, D. A., & Langan-Fox, J. (1996). Intuition: A review of the literature. *Psychological Reports*, 79(2), 563-584. <https://doi.org/10.2466/pr0.1996.79.2.563>
- Shultz, T. R., Dover, A., & Amsel, E. (1979). The logical and empirical bases of conservation judgements. *Cognition*, 7(2), 99-123.
- Sır, A. (2022). *Dinamik geometri yazılımı ile zenginleştirilmiş ortamlarda öğretmen adaylarının muhakeme süreçleri üzerine bir öğretim deneyi* (Yayın No. 738443) [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

- Sinclair, N., & Crespo, S. (2006). Learning mathematics in dynamic computer environments. *Teaching Children Mathematics*, 12(9), 436-444. <https://doi.org/10.2307/41198823>
- Sinclair, N., Pimm, D., Skelin, M., & Zbiek, R. (2012). *Developing essential understanding of geometry for teaching mathematics in grades 9-12*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Siu, H. F. (2007). The Cultural landscape of luxury housing in South China: A regional history. D. S. G. Goodman (ed), *Locating China* içinde (ss. 72-93). Routledge.
- Sönmez, V. & Alacapınar, F. G. (2019). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*. Anı Yayıncılık.
- Sriraman, B. (2004). Reflective abstraction, unframes and the formulation of generalizations. *The Journal of Mathematical Behavior*, 23(2), 205-222. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2004.03.005>
- Stanton, N. A., Porter, L. J., & Stroud, R. (2001). Bored with point and click? Theoretical perspectives on designing learning environments. *Innovations in Education and Teaching International*, 38(2), 175-182. <https://doi.org/10.1080/14703290110035446>
- Starčić, A. I., Cotic, M., Solomonides, I., & Volk, M. (2016). Engaging preservice primary and preprimary school teachers in digital storytelling for the teaching and learning of mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 29-50. <https://doi.org/10.1111/bjet.12253>
- Stavy, R., Babai, R., Tsamir, P., Tirosh, D., Lin, F. L., & McRobbie, C. (2006). Are intuitive rules universal? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 417-436.
- Stavy, R., Tsamir, P. & Tirosh, D. (2002). Intuitive rules: the case of “more a – more b”. M. Limón & L. Mason (Ed.), *Reconsidering conceptual change. Issues in theory and practice* içinde (ss. 217-231). Kluwer.
- Stavy, R. & Tirosh, D. (1996). The role of intuitive rules in science and mathematics education, *European Journal of Teacher Education*, 19(2), 109-119. <https://doi.org/10.1080/0261976960190203>
- Stavy, R., & Tirosh, D. (2000). *How students (mis-) understand science and mathematics: Intuitive rules*. Teachers College Press.
- Stewart, I. (2022). *Profesör Stewart'in matematik hazineleri*. Alfa Basım.
- Suh, J. M., & Moyer, P. S. (2008). Scaffolding special needs students' learning of fraction equivalence using virtual manipulatives. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4(1), 297-304.
- Şahan, H. H. (2008). Zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin ilköğretim 3. sınıf matematik dersi öğretim programındaki kazanımların gerçekleşme düzeyine ve öğrencilerin akademik özgüven özelliklerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 56(56), 607-632.

- Şahin, Ö. & Danacı, D. (2022). Matematik tarihi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin zihinsel hesaplamaları ve görüşleri üzerindeki etkisinin araştırılması: Bir eylem araştırması. *Uluslararası Bilim ve Teknolojide Matematik Eğitimi Dergisi*, 53 (9), 2281-2318.
- Şahintepe, E. (2022). *İlköğretim 8. sınıf matematik ders kitabının zihnin geometrik alışkanlıkları açısından incelenmesi* (Yayın No. 724339) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Taş, S. & Yavuz, A. (2020). The relationship between 7th grade students' spatial abilities and the geometric habits of mind. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(25), 3120-3137. <https://doi.org/10.26466/opus.641181>
- Taş, S., & Yavuz, A. (2021). The effect of the 7th grade students' geometry oriented self-efficacy on the geometric habits of the mind. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(3), 906-926. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.732645>
- Taşkın Gültekin, S. (2013). *Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş matematik öğrenme ortamlarından yansımalar* (Yayın No. 344468) [Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Tekinarslan, E., Top, E., Güreler, M. D., Yıkılmış, A., Ayyıldız, M., Karabulut, A., & Savaş, Ö. (2015). Etkileşimli tahtada çoklu-ortam nesnelere yapılan öğretimin öğretmen adaylarının zenginleştirilmiş içerikle öğretime yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(2), 20-38. <https://doi.org/10.17943/etku.68000>
- Tezer, M. (2019). The role of mathematical modeling in STEM integration and education. K. G. Fomunyan (ed). *Theorizing STEM education in the 21st century* içinde (ss 1-14). IntechOpen.
- Tezer, M., & Cumhuriyet, M. (2019). The enriched teaching applications of geometric objects subject with concrete models and its effect on student achievements with computer assisted instruction. *TEM Journal*, 8(4), 1418-1425. <https://dx.doi.org/10.18421/TEM84-45>
- Tirosh, D. (2002). the role of students' intuitions of infinity in teaching the cantor theory. D. Tall, (ed.). *Advanced Mathematical Thinking. Mathematics Education Library* içinde (ss 199-214). Springer. [https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1\\_12](https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1_12)
- Tirosh, D., & Stavy, R. (1999). Intuitive rules: A way to explain and predict students' reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 38(1), 51-66.
- Tirosh, D., Stavy, R., & Cohen, S. (1998). Cognitive conflict and intuitive rules. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1257-1269. <https://doi.org/10.1080/0950069980201006>
- Tirosh, D., Stavy, R., & Tsamir, P. (2001). Using the intuitive rules theory as a basis for educating teachers. *Making Sense Of Mathematics Teacher Education*, 73-85. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0828-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0828-0_4)
- Tolga, A. (2023). *7. sınıf öğrencilerinin çoklu temsil temelli öğretim sürecindeki zihnin geometrik alışkanlıklarının incelenmesi* (Yayın No. 837973) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

- Tosun, G. (2023). *Dijital hikayelerle matematik öğretiminin genel sınıflardaki akademik başarılarına ve matematiğe yönelik kaygı düzeyine etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 804823) [Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Treadwell, W, Leach, T., A., Kellar, E., Lewis, H., & Mittan, B. (1998). Collaborative teaching over the internet. *Journal of Management Education*, 22(4), 498-508.
- Tsamir, P. (2005). Enhancing prospective teachers' knowledge of learners' intuitive conceptions: The case of same A–same B. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 469-497. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-5119-8>
- Tsamir, P., Tirosh, D., Stavy, R., & Ronen, I. (2001). Intuitive rules: A theory and its implications to mathematics and science teacher education. H. Behrendt, *et al.* (Eds.), *Research in science education- past, present, and future* içinde (ss. 167-175). Springer.
- Tum, A. (2019). *Öğrenme stilleri bağlamında zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının matematiksel muhakemeye ve problem çözmeye yönelik tutuma etkisi* (Yayın No. 583517) [Yüksek lisans tezi. Dicle Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Tunalı, S. B., Gözü, Ö., & Özen, G. (2016). Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılması “karma araştırma yöntemi”. *Kurgu*, 24(2), 106-112.
- Turan, Ö., & Kurtuluş, A. (2021). Investigating the geometric habits of mind and the hemispheric dominance status of mathematics teachers. *Acta Didactica Napocensia*, 14(2), 14-29. <https://doi.org/10.24193/adn.14.2.2>
- Türk Dil Kurumu (t.y.). [sozluk.gov.tr/](http://sozluk.gov.tr/) sözlük. Erişim tarihi Şubat 5, 2025, [https://sozluk.gov.tr/](http://sozluk.gov.tr/).
- Tzanakis, C., Arcavi, A., de Sa, C. C., Isoda, M., Lit, C.-K., Niss, M., ... Siu, M.-K. (2002). Integrating history of mathematics in the classroom: An analytic survey. *New ICMI Study Series*, 201–240. [https://doi.org/10.1007/0-306-47220-1\\_7](https://doi.org/10.1007/0-306-47220-1_7)
- Uğurel, I., Bukova Güzel, E. & Kula, S. (2010). Matematik öğretmenlerinin öğrenme etkinlikleri hakkındaki görüş ve deneyimleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 103-123.
- Uğurel, I. & Moralı, Ş. (2006). Karikatürler ve matematik öğretiminde kullanımı. *Milli Eğitim Dergisi*, 34(170), 1-10.
- Uluç, E. (2019). *Zenginleştirilmiş eğitim programının geometri ders ve görsel algı başarısı ile matematik tutumuna etkisi* (Yayın No. 568656) [Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Uygan, C. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin zihnin geometrik alışkanlıklarının kazanımına yönelik dinamik geometri yazılımındaki öğrenme süreçleri* (Yayın No. 449974) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Üner, T. (2023). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin geometrik düşünme alışkanlıklarının belirlenmesi ve geometrik düşünme alışkanlıklarının beceri temelli geometri problemlerine yansımalarının incelenmesi* (Yayın No. 832342) [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

- Ünüvar, E. (2009). *Matematik öğretiminde karikatürlerle zenginleştirilmiş eğitsel matematik hikâyelerinin kullanılmasının öğrencilerin matematik başarısına etkisi* (Yayın No.538412) [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., & McKenney, S. (2006). Introducing educational design research. S. Kenney & T. Reeves (Eds), *Educational design research* içinde (ss. 15-19). Routledge.
- Van den Bogaart-Agterberg, D. A., Oostdam, R. J., & Janssen, F. J. J. M. (2021). From speck to story: relating history of mathematics to the cognitive demand level of tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 110, 49-64. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10093-6>
- Van de Walle, J. A.(2007). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Penso.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.
- VanSlyke-Briggs, K., Hogan, M., Waffle, J., & Samplaski, J. (2014). School partnerships: Technology rich classrooms and the student teaching experience. *Journal of Educational Technology Systems*, 43(2), 121-141.
- Villarreal, M. E., Esteley, C. B., & Smith, S. (2018). Pre-service teachers' experiences within modelling scenarios enriched by digital technologies. *ZDM*, 50, 327-341. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0925-5>
- Yair, Y., & Yair, Y. (2004). "Everything comes to an end": An intuitive rule in physics and mathematics. *Science Education*, 88(4), 594-609. <https://doi.org/10.1002/sce.10142>.
- Yeniçeri, Ü. (2013). *İlköğretim 6. Sınıf matematik öğretim programında yer alan kesirler alt öğrenme alanı kazanımlarının öğretiminde sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin başarılarına etkisi* (Yayın No. 333430) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Yong, S. T., Gates, P., & Harrison, I. (2016). Digital games and learning mathematics: student, teacher and parent perspectives. *International Journal of Serious Games*, 3(4). <http://dx.doi.org/10.17083/ijsg.v3i4.112>
- Wachira, P., & Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers perspectives. *Journal of Science Education And Technology*, 20, 17-25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>
- Walters, L., Green, M., Goldsby, D., & Parker, D. (2018). Digital storytelling as a problem solving strategy in mathematics teacher education: How making a math-eo engages and excites 21st century students. *International Journal of Technology in Education and Science*, 2(1), 1-16.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>

- Wells, D. (2013). *Geometrinin gizli dünyası*. Doruk Yayıncılık.
- Wiest, L. R. (2001). The role of computers in mathematics teaching and learning. *Computers in the Schools*, 17(1-2), 41-55.
- Woodward, E., & Byrd, F. (1983). Area: Included topic, neglected concept. *School Science and Mathematics*, 83(4), 343-47.
- Yağmur, B. E. (2020). Asal sayıların öğretiminde oyun tabanlı bir öğretim etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 10(1), 18-30.
- Yaşa, K. (2022). *Zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında yapılan matematik derslerinin ilköğretim 4.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 709753) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Zunlu, M. (2022). *Ortaokul matematik öğretmeni ve 7. sınıf öğrencilerinin problem çözme süreçlerinin zihnin geometrik alışkanlıkları bakımından incelenmesi* (Yayın No. 715509) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

## EKLER

### EK-1. ETİK KURUL BELGESİ



NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU  
ETİK KURUL KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi/Sayısı ve Karar No	Tarih :13/10/2023 Toplantı Sayısı:10 Karar No :2023/403
Araştırmanın Başlığı	Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamında Lise Öğrencilerinin Geometrik Zihin Alışkanlıklarının ve Sezgisel Kurallarının Değişiminin İncelenmesi.
Sorumlu Araştırmacı	Doç. Dr. Bilge PEKER
Yardımcı Araştırmacı	Lisansüstü Öğrenci Merve ÖZ
Etik Kurul Kararı	15709 sayılı başvuru Etik Kurul tarafından değerlendirilmiş olup, başvurunun bilimsel araştırma etiği açısından “Uygun” olduğuna karar verilmiştir.

ASLI GİBİDİR

13.10.2023

DOÇ. DR. AHMET KURNAZ

BAŞKAN

## EK-2. ARAŞTIRMA İZİNİ



T.C.  
KONYA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-83688308-605.99-90735519  
Konu : Araştırma İzni (Merve ÖZ)

29.11.2023

### DAĞITIM YERLERİNE

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığının (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü) 21.01.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı Genelgesi.  
b) 17/11/2023 tarihli ve E-48178250-300-427671 sayılı yazımız.  
c) 28/11/2023 tarihli Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu Tutanağı.

Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Merve ÖZ'ün "Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamında Lise Öğrencilerinin Geometrik Zihin Alışkanlıklarının ve Sezgisel Kurallarının Değişiminin İncelenmesi" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Yunak Anadolu İmam Hatip Lisesi Müdürlüğünde eğitim gören öğrencilere eğitim öğretimi aksatmamak ve ilgi (a) Genelgede belirtilen açıklamalara uyulması kaydıyla gerçekleştirilmesi ilgi (c) komisyon tutanağı ile uygun görülmektedir. Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmaların 2023-2024 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlanması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2023-2024 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçlarının kullanılması, elde edilecek kişisel verilerin gizliliği hususuna dikkat edilmesi ve araştırma sonucunun çalışma bitiminden itibaren 30 gün içerisinde elektronik ortamda Müdürlüğümüz istatistik42@meb.gov.tr e-posta adresine gönderilmesi gerekmektedir.

Arz/rica ederim.

Murat YİĞİT  
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Genelge (3 Sayfa)
- 2-Veli Onam Formu (1 Sayfa)
- 3-Katılımcı Onam Formu(1 Sayfa)
- 4-Öğrenci Görüşme Soru Formu (1 Sayfa)
- 5-Sezgisel Kural Teorisi Testi (18 Sayfa)

Dağıtım:

Gereği:

Bilgi:

## EK-3. VELİ ONAM FORMU

### Veli Onam Formu

#### Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamında Lise Öğrencilerinin Geometrik Zihin Alışkanlıklarının Ve Sezgisel Kurallarının Değişiminin İncelenmesi” adıyla, 12/02/2024 - 10/06/2024 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: 1-Öğrencilerin Dörtgenler ve Katı Cisimler geometrik zihin alışkanlıklarını ortaya çıkarmak ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamında bu alışkanlıkların değişimini gözlemlemek, 2 Öğrencilerin Dörtgenler ve Katı Cisimler kullandıkları sezgisel kuralları ortaya çıkarmak ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamında bu kuralların kullanımının nasıl değiştiğini gözlemlemek, 3- Öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamı hakkında düşüncelerini açığa çıkarmak hedeflenmektedir.

Araştırma Uygulaması:  Anket  Görüşme

Gözlem  görüntü ve ses kayıtları, fotoğraflar,

öğretim etkinlikleri, Sezgisel Kural Teorisi Testi, Geometrik Zihin Alışkanlıkları Testi, araştırmacı tarafından oluşturulacak web sitesi

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağımı söylemesi yeterli olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Merve ÖZ

İletişim Bilgileri :

## EK-4. KATILIMCI ONAM FORMU

### Katılımcı Onam Formu

#### Sayın Katılımcımız;

Katılacağınız bu çalışma, “Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamında Lise Öğrencilerinin Geometrik Zihin Alışkanlıklarının Ve Sezgisel Kurallarının Değişiminin İncelenmesi ” adıyla, Merve ÖZ tarafından 12/02/2024 - 10/06/2024 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: 1-Öğrencilerin Dörtgenler ve Katı Cisimler geometrik zihin alışkanlıklarını ortaya çıkarmak ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamında bu alışkanlıkların değişimini gözlemlemek, 2 Öğrencilerin Dörtgenler ve Katı Cisimler kullandıkları sezgisel kuralları ortaya çıkarmak ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamında bu kuralların kullanımının nasıl değiştiğini gözlemlemek, 3- Öğrencilerin zenginleştirilmiş öğrenme ortamı hakkında düşüncelerini açığa çıkarmak hedeflenmektedir

Araştırmanın Nedeni:  Bilimsel araştırma  Tez çalışması

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): 1-Konya Yunak Anadolu İmam Hatip Lisesi Fen ve Sosyal Bilimler Proje Okulu

Araştırma Uygulaması:  Anket  Görüşme

Gözlem  Sezgisel Kural Teorisi Testi, Geometrik Zihin Alışkanlıkları Testi, araştırmacı tarafından oluşturulacak web sitesi, görüntü ve ses kayıtları, fotoğraflar, öğretim etkinlikleri

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve okul/kurum yönetiminin izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çalışmada sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Veriler sadece araştırmada kullanılacak ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

Uygulamalar, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden rahatsız hissederseniz cevaplama işini yarıda bırakabilirsiniz.

Katılımı onaylamadan önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Merve ÖZ

İletişim Bilgileri :

*Yukarıda bilgileri bulunan araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.*

Katılımcı Adı-Soyadı :

İmza:

Telefon Numarası :

## EK-5. SEZGİSEL KURAL TEORİSİ TESTİ

1) “Sezon sonu indirimi” ile fiyatına %40 indirim yapılmış bir montun fiyatının eski fiyatına döndürülmesi için indirimli fiyatına % kaç zam yapılmalıdır?

- A) %40 zam yapılmalı
- B) %40’dan fazla zam yapılmalı
- C) %40’dan az zam yapılmalı

Cevabım ....., çünkü.....

2) Bir mahallede karşılıklı dükkanları bulunan Cemre Tuhafiye ve Derin Tuhafiye rekabete girmişlerdir. Cemre Tuhafiye tüm ürünlere %15 indirim yaparken Derin Tuhafiye tüm ürünlere %25 indirim yapmıştır. Bu mahallede oturan siz olsaydınız hangisinden alışveriş yapmayı tercih ederdiniz?

- A) Cemre Tuhafiye
- B) Derin Tuhafiye
- C) Net bir şey söyleyemem

Cevabım ....., çünkü.....

3) Bir dikdörtgenin uzun kenarı %20 azaltılırken kısa kenarı %20 artırılmıştır. Son durumda dikdörtgenin alanı hakkında ne söylenebilir?

- A) Alan değişmez
- B) Alan artar
- C) Alan azalır

Cevabım ....., çünkü.....

4) Bir araç gideceği yolun yarısını 80 km, diğer yarısını 120 km hızla tamamlar. Aracın ortalama hızını bulunuz.

A)100

B)96

C)90

Cevabım ....., çünkü.....

5) Bakır bir teli düşünün. Bu teli ortasından ikiye ayırdığınızı hayal edin. Bu ikiye ayırma işlemi sonsuz mudur yoksa bir süre sonra ikiye bölme işlemi son bulur mu?

A)Sonsuza kadar sürer

B)Bir süre sonra sona erer

Cevabım ....., çünkü.....

6)16, 8, 4, 2, 1,  $\frac{1}{2}$  ... serisini düşünelim. Bu seride ikiye bölme işlemi sonsuza dek devam eder mi?

A)Sonsuza kadar sürer

B)Bir süre sonra sona erer

Cevabım ....., çünkü.....

7) **Bir doğru parçası düşünün. Bu doğru parçasını ortasından ikiye ayırdığınızı hayal edin. Bu ikiye ayırma işlemi sonsuz mudur yoksa bir süre sonra ikiye bölme işlemi son bulur mu?**

A) Sonsuza kadar sürer

B) Bir süre sonra sona erer

Cevabım ....., çünkü.....

8) **A torbasında 10 siyah, 20 beyaz bilye ve B torbasında 5 siyah, 10 beyaz bilye vardır. Bilyelerden siyah olanı çekmek istediğinizde hangi torbayı tercih ederdiniz?**

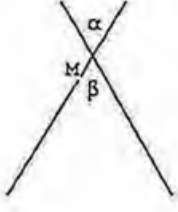
A) A torbası

B) B torbası

C) Farketmez, ikisinde de aynı sonucu elde ederim.

Cevabım ....., çünkü.....

9)



Yandaki şekilde  $\alpha$  ile  $\beta$  açılarının ölçülerini kıyaslayınız.

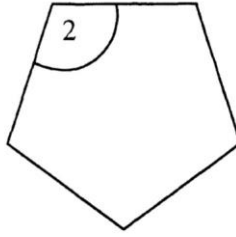
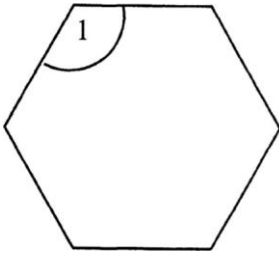
A)  $\alpha$  ile  $\beta$  eşittir.

B)  $\alpha$  açısı daha büyüktür

C)  $\beta$  açısı daha büyüktür

Cevabım ....., çünkü.....

10)



Yandaki şekillerde bir düzgün altıgen ve bir düzgün beşgen verilmiştir. Birer kenarları eşit olan bu çokgenlerin 1 ve 2 ile belirtilen açıları arasındaki

A) 1 ile 2 eşittir.

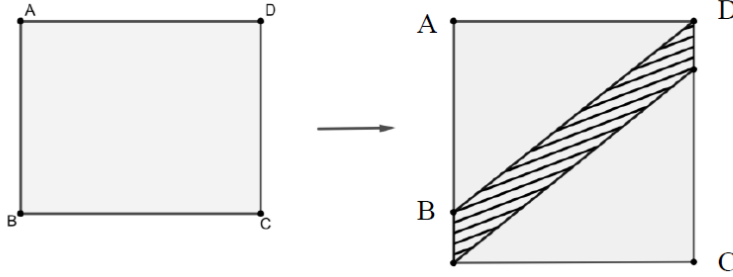
B) 1 açısı daha büyüktür

C) 2 açısı daha büyüktür

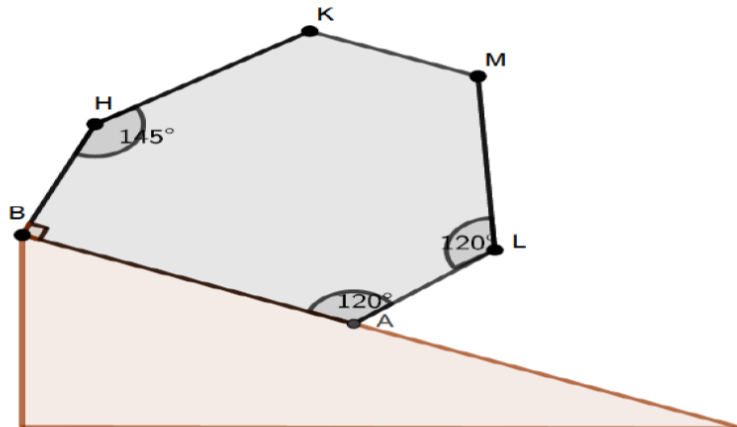
Cevabım ....., çünkü.....

## EK-6. ZİHNİN GEOMETRİK ALIŞKANLIKLARI TESTİ

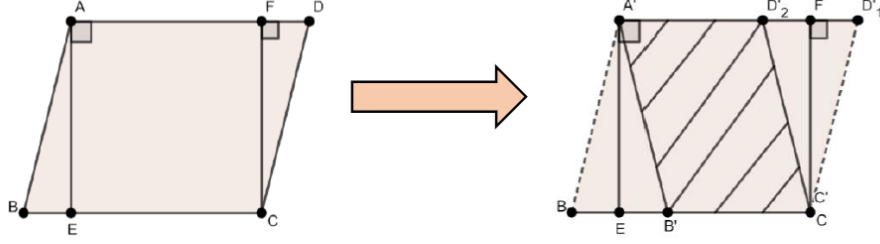
1) Bir terzi kenar uzunlukları  $AD=11$  br,  $AB=9$  br olan bir ABCD dikdörtgeni şeklindeki kumaşımı bir pantolona yama yapmak istiyor. Parçanın boyutları kare şeklindeki yama yapılacak alan için yetersiz geldiğinden dikdörtgen şeklindeki parça IBDI köşegeni boyunca kesiliyor. Elde edilen iki parça aynı doğrultuda birbirinden uzaklaştırılarak aralarına başka bir parça yerleştiriliyor ve kareye tamamlanıyor. Terzinin dikdörtgen parçaya eklediği parçanın alanını bulunuz. (Eklenen parça taralı olarak verilmiştir)



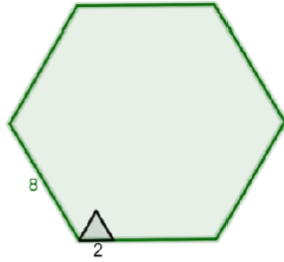
2) Önden görünümü altıgen şeklinde olan ABHKLM kayası, bir rampa üzerinde  $[AB] \perp [BH]$  ve  $[KM] \parallel [AB]$  olacak şekilde duruyor. Bazı iç açıları verilen kaya, rüzgarın etkisiyle, rampadan aşağıya doğru sağ köşesi etrafında dönerek yuvarlanıyor. Örneğin birinci ve ikinci dönme açısı  $60^\circ$  oluyor. Kaya, tüm hareketi boyunca rampada kaldığına göre 40. dönme açısı ile ve 63. dönme açısının toplamının kaç derece olduğunu bulunuz.



3) Proje ödevini yapmak için bir fon kartonu kenarları  $IDCI=13$  ve  $IADI=24$  cm olan paralelkenar şeklinde kesen Nihal, kestiği paralelkenarın istediği ölçülerden büyük olduğunu fark ediyor. Yeniden bir fon karton alacak zamanı kalmayan Nihal'in aklına paralelkenarı  $IFCI$  ve  $IAEI$  boyunca katlayarak aşağıdaki şekli elde etmek geliyor. Yeni oluşturduğu paralelkenarın kısa kenarı olan  $IB'CI=14$  cm olduğuna göre oluşan şeklin alanını (taralı alan) bulunuz.

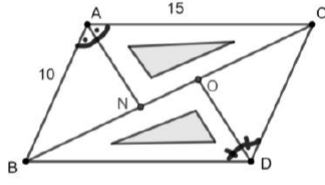


4)



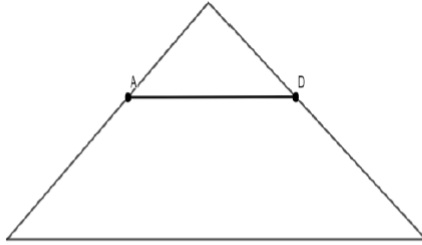
Birsen, bir kenarı 8 cm olan düzgün altıgen şeklindeki bir fon kartondan bir kenarı 2 cm olan eşkenar üçgenler kesecektir. Bu fon kartondan en fazla kaç tane eşkenar üçgen elde edebilir?

5)

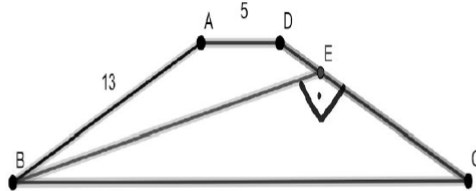


ABCD paralelkenarı şeklindeki kutunun tabanına ANC ve BDO eş cetvelleri yerleştirilmiştir. Bu eş cetvellerin birer dik kenarları BC köşegeni üzerindedir.  $INOI= 4$  cm olmak üzere BC köşegeninin uzunluğunu bulunuz.

6)



Şekil I

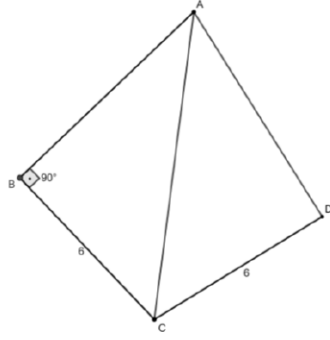


Şekil II

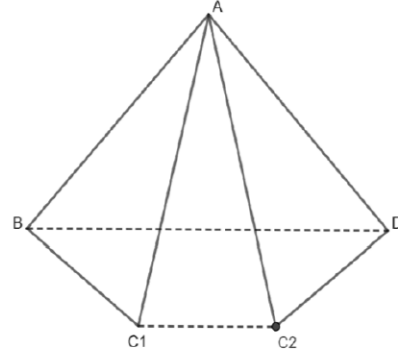
Şekil I deki üçgen fayans AD boyunca tabana paralel ( $[AD]//[BC]$ ) kesilerek Şekil II'deki ABCD ikizkenar yamuğu elde edilmiştir.  $AB=13$  cm ve  $AD=5$  cm dir. BE açıortay olmak üzere  $m(\angle ABE)=m(\angle EBC)$  dir.  $[BE] \perp [CD]$  olmak üzere fayansın DE uzunluğunu hesaplayınız.

7) Şekil I deki ABCD deltoidi şeklindeki uçurtma, [AC] boyunca kesiliyor. Ardından ADC üçgeni A köşesi etrafında pozitif yönde  $25^\circ$ , ABC üçgeni A köşesi etrafında negatif yönde  $35^\circ$  döndürülerek şekil II deki konumuna getiriliyor.

$|AB|=|AD|=6\sqrt{3}$  br,  $|CD|=6$  br olduğuna göre  $\frac{BD}{C_1C_2}$  hesaplayınız.



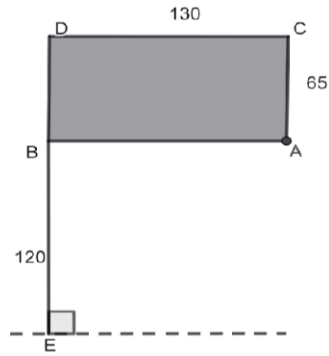
Şekil I



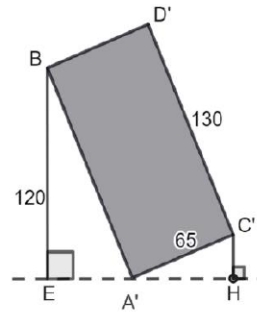
Şekil II

8) ABCD dikdörtgeni şeklindeki televizyon, B ve D noktalarından vidalanmıştır. D noktasındaki vidanın yerinden çıkmasıyla televizyon, B noktası etrafında dönerek yere düşmüş ve şekil II deki konumu almıştır.

[DE] zemine dik, [C'H]  $\perp$  [EH], |AC|=65 cm, |CD|=130 cm ise [C'H] kaç cm dir?

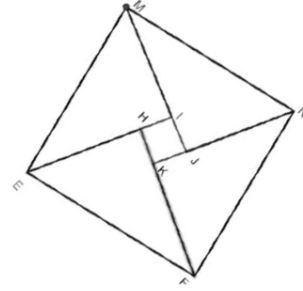
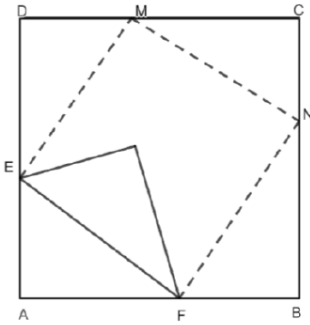
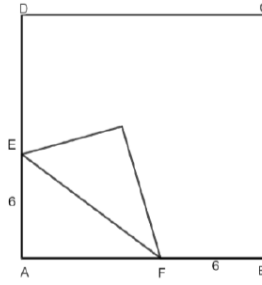
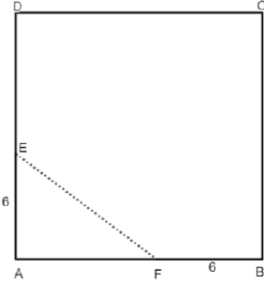


Şekil I

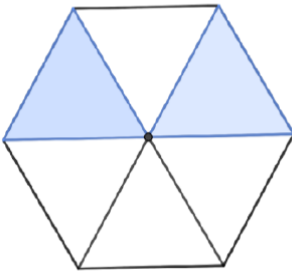


Şekil II

9) Bir kenarı 14 cm olan ABCD karesi şeklindeki bir kağıt [EF] boyunca  $AE=EB=6$  cm olacak şekilde içe doğru katlanacaktır. Aynı işlem karenin dört köşesine de uygulanmaktadır. Katlama işleminden sonra oluşan EFMN dörtgeninin ortasında bulunan IJKL dörtgeninin çevresini ve alanını hesaplayınız.

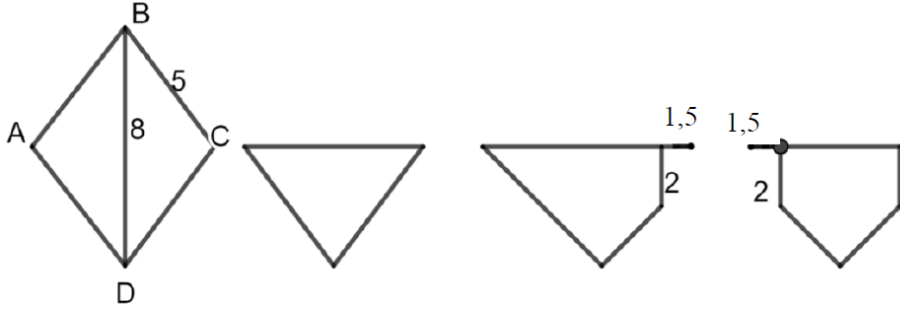


10) Çevresi 60 cm olan düzgün altıgen şeklindeki karton köşegenleri boyunca kesilerek altı eş parçaya ayrılıyor. Daha sonra bu parçalardan iki tanesi çıkarılarak geriye kalanlarla kapalı bir cisim oluşturuluyor. Oluşturulan bu cismin hacmini bulunuz.

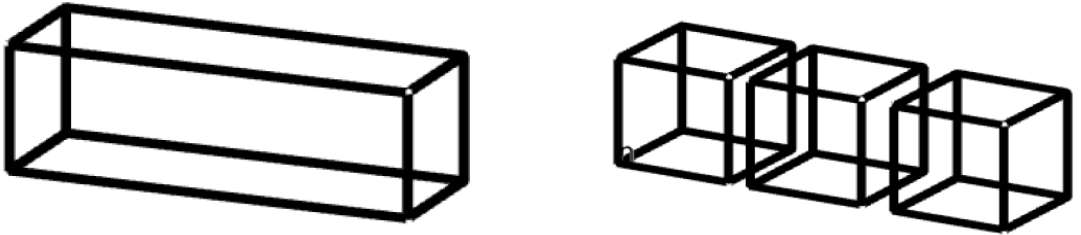


11)

Bir kenarı 5 cm olan eşkenar dörtgen biçimindeki kağıt AC köşegeni boyunca ikiye katlanacaktır. Daha sonra oluşan şeklin önce sağ tarafından, sonra sol tarafından dik kenar uzunlukları 1,5-2 cm olan bir dik üçgen kesilip çıkarılacaktır. Daha sonra kağıt tekrar katlandığı yerden açılınca istenilen şekil elde edilecektir. Bu son şeklin çevresi ve alanı ilk şekle göre nasıl değişim göstermiştir?

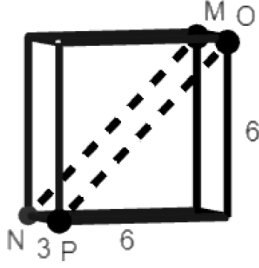


12) Semra öğretmen, mahallesindeki marketin indirim gününden iki paket kare prizma şeklinde kaşar peynir almıştır. Peynirin tabanı ayrıtları 2 cm, yüksekliği 6 cm dir. Bu peynirlerden birini tüketmek üzere dolaba koymuş, diğerini ise daha sonra tüketmek için 3 eş parçaya ayırarak dondurucuya kaldırmıştır. Tüm konan peynir ile parçalanmış peynirlerin hacimlerini ve yüzey alanlarını kıyaslayınız.



13)

Fulya Şekil I deki dikdörtgenler prizması şeklindeki sabunu şekildeki MNOP ara kesitinden ikiye ayırarak şekil II deki iki dik üçgen prizma şeklindeki sabunları elde etmiştir. Daha sonra bunları şekil III deki gibi tekrar birleştirerek üçgen prizma şeklinde bir sabun elde etmiştir. Şekil IV deki bu sabunun yüzey alanı ve hacmi başlangıçtaki sabuna göre nasıl değişim göstermiştir?



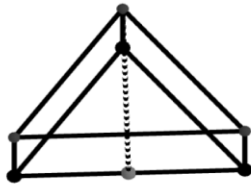
Şekil I



Şekil II

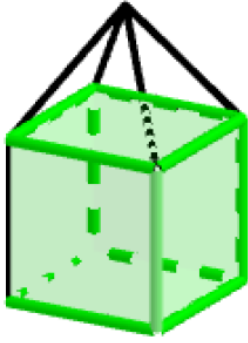


Şekil III

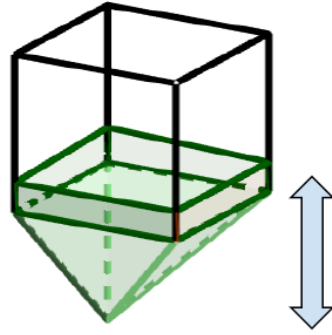


Şekil IV

14) İhsan Bey tarlasını bir küpün üzerine birleştirilmiş kare dik piramit şeklindeki bir depoyu kullanarak sulamaktadır. Depoda bir kenarı 2 m olan küpün tamamını dolduracak su vardır. Deponun kare tabanında oluşan bir hasardan dolayı, su israfının olmaması adına İhsan Bey depoyu şekil II deki gibi ters çevirmeye karar vermiştir. Son durumda depodaki suyun yüksekliği 3 m olmuştur. Kare dik piramit şeklindeki deponun maksimum ne kadar su alabildiğini hesaplayınız.



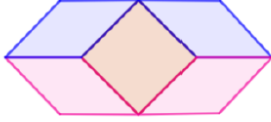
Şekil I



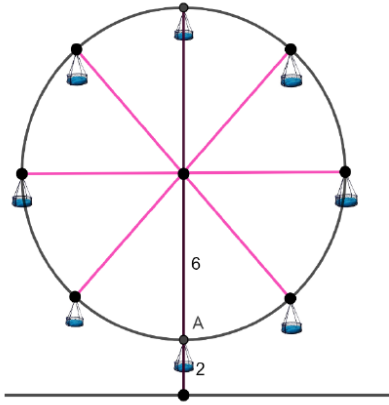
Şekil II



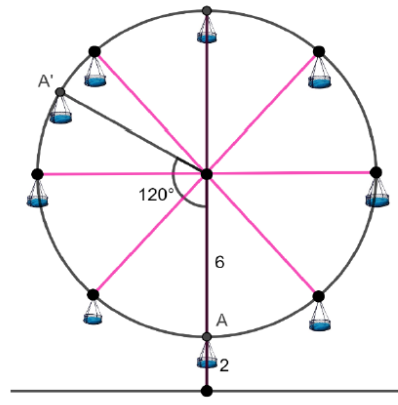
15) Harun Bey, birbirine eş 5 eşkenar dörtgeni kullanarak bir logo tasarlamıştır. Bu logonun alt ve üst tabanları paralel ve eşkenar dörtgenlerden birinin yüksekliği  $6\sqrt{3}$  cm olduğuna göre logonun çevresi kaç cm dir?



16) Berkay lunaparkta Şekil I de verilen 6 m yarıçaplı dönme dolabın A noktasındaki koltuğa oturuyor. Bu koltuğun yerden yüksekliği 2 metredir. Dönme dolap pozitif yönde  $120^\circ$  döndürülerek A' noktasına geldiğinde Berkay'ın yerden yüksekliğini bulunuz.



Şekil I



Şekil II

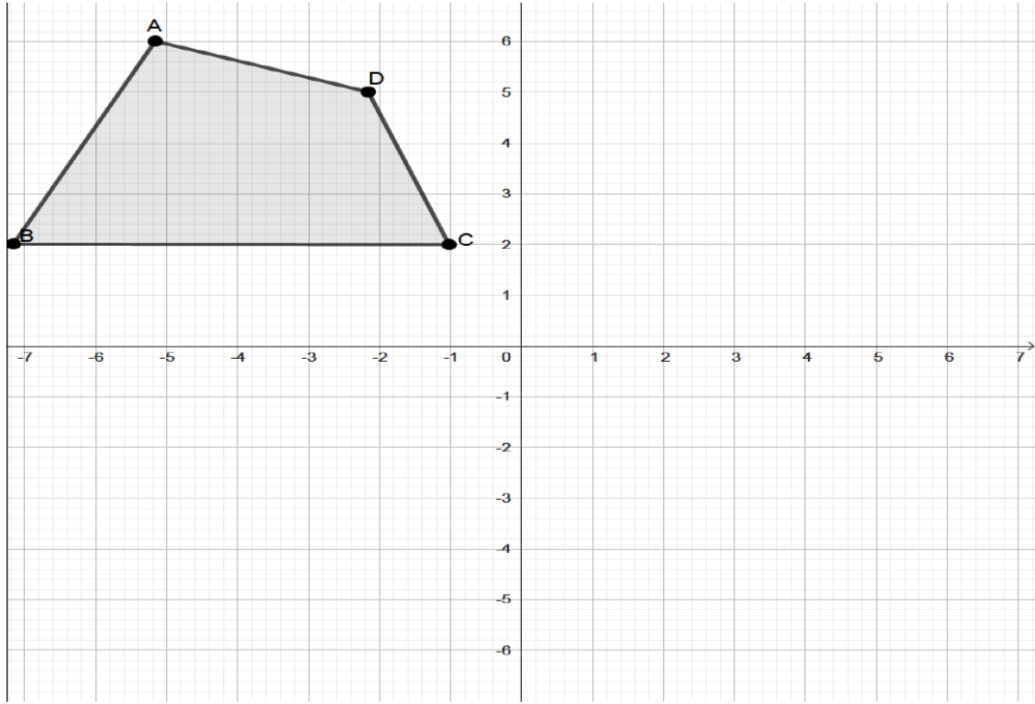
17)Aşağıdaki ABCD dörtgeninin

a) x eksenine göre simetrisi alınırsa oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

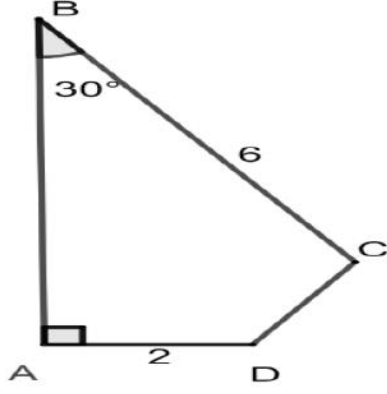
b) y eksenine göre simetrisi alınırsa oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

c) Saat yönünde B noktası etrafında  $180^\circ$  döndürülürse oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

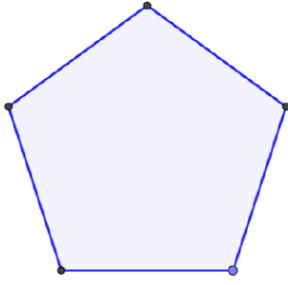
d) y eksenini boyunca aşağı yönde 3 br ötelenirse oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.



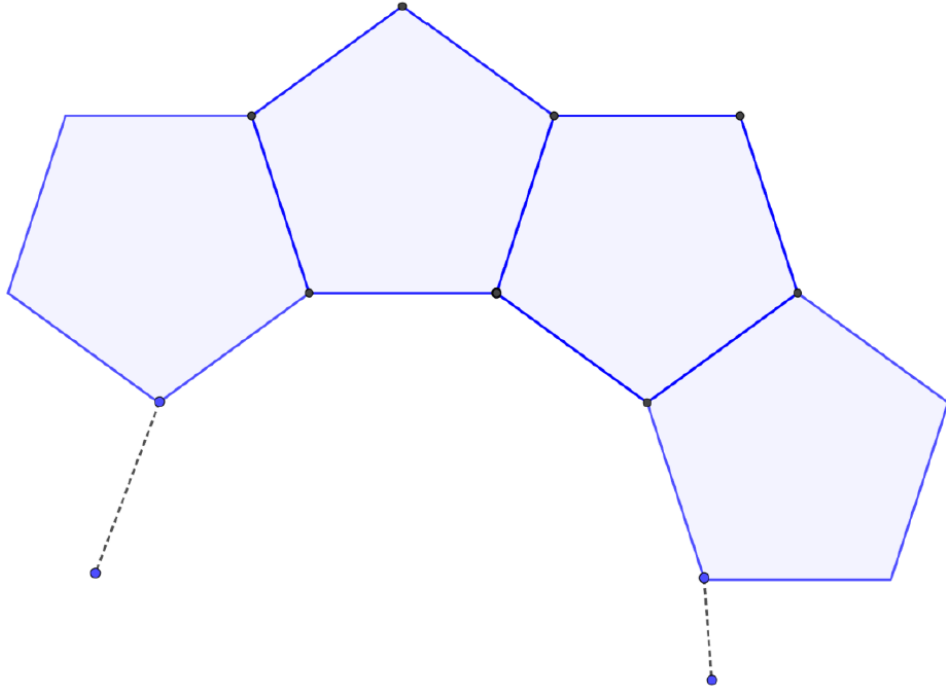
18) Bir fakültede dekan olan Erdinç Bey'in fakültesindeki bazı binaların yeri ABCD dörtgeni şeklinde konumlandırılmıştır. A ile B binası arası  $4\sqrt{3}$  m, B ile C arası 6 m, A ile D binası arası ise 2 metredir.  $[AB] \perp [AD]$  olmak üzere  $[CD]$  kaç metredir?



19) Fehmi Bey, dükkanının girişine şekil I deki düzgün beşgen fayansların yanyana getirilmesiyle oluşan bir şekil (şekil II) döşetiyor. Bu şeklin iç bölgesinde oluşan içbükey dörtgen şeklinin çevresi ile dış kenarlarından oluşan dışbükey dörtgen şeklinin çevresinin toplamı 30 m oluyor. Buna göre beşgen fayansın çevresini bulunuz.

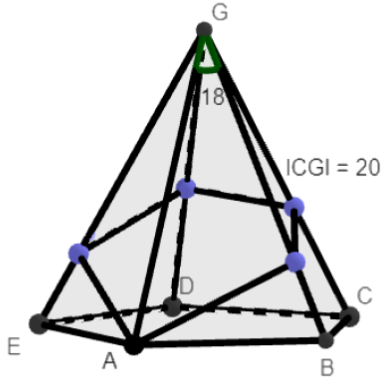


Şekil I



Şekil II

20) Yanal ayrıtı 20 cm olan düzgün beşgen dik piramit şeklinde takoz aşağıda verilmiştir.  $m(\widehat{AGB}) = 18^\circ$  dir. Bir karınca A noktasından başlayıp piramidin yüzeyi üzerinde A noktasından başlayıp yürüyerek tekrar A noktasına ulaşmıştır. Karınca en az kaç cm yol yürümüştür?



## EK-7. YANSITICI GÜNLÜK FORMU

### YANSITICI GÜNLÜK SORULARI

1) Bugünkü dersinizde zenginleştirilmiş öğrenme etkinlikleri ile öğrendikleriniz hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

2 Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde hoşunuza giden durumlar nelerdir?

3) Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?

4) Bugünkü zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde değiştirmek istediğiniz veya şöyle daha iyi olurdu dediğiniz bir şey var mıdır?

## EK-8. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

- 1) Zenginleştirilmiş öğrenme süreci hakkında ne düşünüyorsunuz?
- 2) Zenginleştirilmiş öğrenme etkinliklerinden hangileri size daha çok hitap ediyor?
- 3) Etkinlikler hakkında ne düşünüyorsunuz? Etkinlikler derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 4) Karikatürler hakkında ne düşünüyorsunuz? Karikatürler derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 5) Matematik tarihi etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz? Matematik tarihi etkinlikleri derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 6) Vpc etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz? Vpc etkinlikleri derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 7) Videolar hakkında ne düşünüyorsunuz? Videolar derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 8) Oyunlar hakkında ne düşünüyorsunuz? Videolar derse olan ilginize olumlu veya olumsuz bir etkide bulundu mu?
- 9) Derse katılımınızı yeterli buluyor musunuz? Öğrenme sürecine aktif katıldınız mı?  
Katılımınızı yeterli buluyor iseniz soru 10'u, bulmuyorsanız soru 11'i cevaplandırınız.
- 10) Sürece aktif katılımınız derse olan duygu ve düşüncelerinizi nasıl etkiledi?
- 11) Sürece aktif katılmanıza engel olan durum nedir? Bu durumun önüne nasıl geçilebilir?
- 12) Zenginleştirilmiş öğrenme yöntemlerinden hangilerinde derse katılımınız arttı?
- 13) Çalışma yapraklarının çözümünde defter, kitap, arkadaş veya öğretmen desteğine ihtiyaç duydunuz mu veya bunlardan birinden yardım aldınız mı?
- 14) Zenginleştirilmiş öğrenme ortamı sizin geometriye bakış açınızı değiştirdi mi?

15) Bundan sonraki matematik derslerinde benzer öğretim etkinliklerinin kullanılmasını ister misiniz?

16) Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmenle aranızdaki iletişim değişim gösterdi mi? Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmeninizin size yaklaşımı değişti mi? Zenginleştirilmiş öğrenme sürecinde öğretmenimize karşı yaklaşımın ve düşünceleriniz değişti mi?



## EK-9. GÖZLEM FORMU

### GÖZLEM FORMU

Öğrenciler: Ö1, Ö2, .....

1-UYGULAMA ÖNCESİ	YETERLİ	KISMEN YETERLİ	YETERSİZ
Derse hazırlıklı gelir.			
Araç-gereç ve materyalleri tamdır.			
Derse karşı isteklidir.			
<b>2-UYGULAMA ESNASINDA</b>			
Derse aktif katılır.			
Yönergelere uyar.			
Arkadaşları ile işbirliği halindedir.			
Gerektiğinde öğretmen ve arkadaşlarından yardım ister.			
Dikkatli bir şekilde dinler ve not alır.			
Karşılaştığı sorunları çözer.			
Zamanı etkili kullanır.			
<b>3-UYGULAMA SONRASINDA</b>			
Uygulama ile ilgili geri dönüt verir.			

## EK-10. ÖRNEK DERS PLANI

### DERS PLANI-5

#### BÖLÜM I

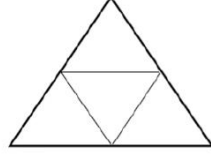
Dersin adı	MATEMATİK
Sınıf	10
Öğrenme Alanı	Geometri
Alt Öğrenme Alanı	Dörtgenler ve Çokgenler
Temel beceriler	İlişkilendirme, Genelleme, Keşfetme ve yansıtma dengesi kurma, değişmezleri araştırma
Önerilen Süre	2 ders saati

#### BÖLÜM II

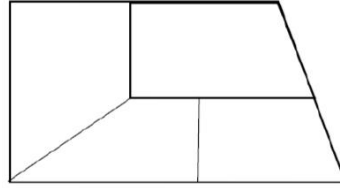
Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	10.5.3.1. Özel dörtgenlerin açı, kenar, köşegen ve alan özelliklerini açıklayarak problem çözer.
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Zenginleştirilmiş öğrenme, aktif öğrenme, problem çözme, örnek olay
Kullanılan Araç, Gereçler ve Kaynakça	Geogebra, akıllı tahta, somut materyaller, ders kitabı, çalışma yaprakları
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:	
• Dikkat İlgi Güven Doyum	<p><b>PARALELKENAR</b></p> <p><b>DİKKAT</b></p> <p>Günlük hayattan paralelkenara ait örnekler sunulur.</p>  <ul style="list-style-type: none"><li>• Geogebra yoluyla paralelkenarın açı ve kenar özellikleri keşfedilir.</li></ul> <p><b>DİKKAT</b></p>

## MOZAİK EVİ

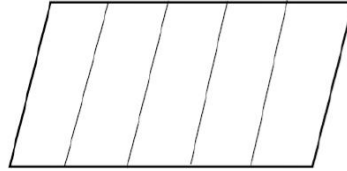
Özdeş parçalı mozaikler, tekrarlayan çokgenler olarak bilinirler. Bir şeklin, kendi şeklinin aynısına bölünmesi yoluyla elde edilebildiği düzlem üzerindeki şekiller özdeş parçalı çokgenlerdir. Şekil oluşturan parçalar ortak kenara sahip olabilirler ancak çakışamazlar. Kenar sayısı  $k$  olan ve  $n$  parçaya ayrılabilen çokgene  $n$  özdeş parçalı  $k$ -gen denir (Stewart, 2022).



Yandaki şekilde üçgen kendisinin benzeri ancak daha küçük boyutlu olan 4 üçgene ayrılmıştır. Yani 4 özdeş parçalı üçgendir.



Yandaki şekilde dörtgen kendisinin benzeri ancak daha küçük boyutlu olan 4 dörtgene ayrılmıştır. Yani 4 özdeş parçalı dörtgendir.

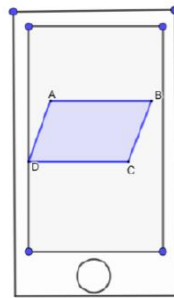


Yandaki şekilde dörtgen kendisinin benzeri ancak daha küçük boyutlu olan 5 dörtgene ayrılmıştır. Yani 5 özdeş parçalı dörtgendir.

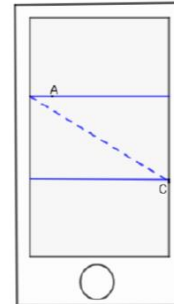
Son örnekte verilen şekil 5 özdeş parçalı bir paralelkenardır. Siz de bir paralelkenar çizerek özdeş parçalara ayırmaya çalışınız.

## İLİŞKİ ÇALIŞMA YAPRAĞI- 1

Hülya telefonundan satın almak istediği paralelkenar şeklindeki arsayı incelemektedir. Arsayı daha net görebilmek için görüntüyü  $\frac{5}{3}$  oranında büyüten Hülya şekil 2 deki görüntüyü elde etmiştir.  $|AB| = 10$  br,  $A(ABCD) = 30$  br<sup>2</sup> ve ekranın eni 12 br olduğuna göre  $IACI$  köşegeninin uzunluğunu bulunuz.



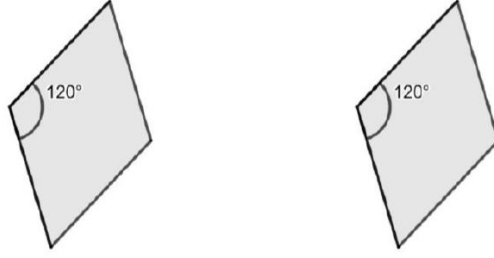
Şekil 1



Şekil 2

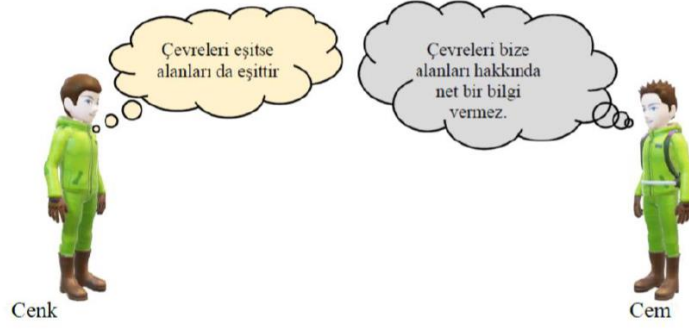
- Çalışma yaprağı 1 animasyon şeklinde öğrencilere sunulur.

### GÜVEN ÇALIŞMA YAPRAĞI-2



Yukarıda verilen iki paralelkenarın çevreleri eşittir. Alanları hakkında ne söylenebilir?

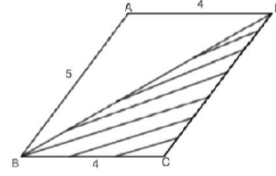
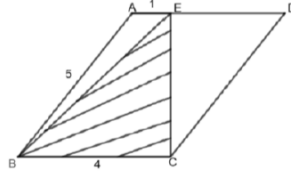
İkiz kardeşler Cenk ile Cem bu konuda fikirlerini belirtmişlerdir. Hangisine katılıyorsunuz?



- Çalışma yaprağı 2 animasyon şeklinde öğrencilere sunulur.

### GÜVEN ÇALIŞMA YAPRAĞI 3

Haydar dayı paralelkenar şeklindeki bahçesinin AD kenarı üzerinde  $AE=1$  m olacak şekilde bir noktayı kazarak o noktadan karşı köşelere ip geçirerek salatalık ekim alanı oluşturmuştur. Haydar dayı E noktasını x ekseninde pozitif yönde 3 m ötelerse salatalık ektiği alanda değişim olur mu?



- Çalışma yaprağı 3 animasyon şeklinde öğrencilere sunulur.

## GÜVEN

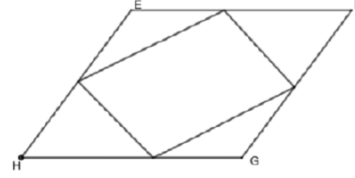
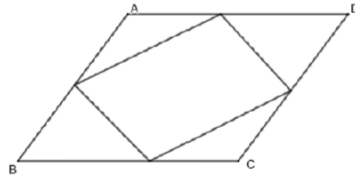
### ÇALIŞMA KAĞIDI 4

#### VPC

İki paralelkenarı zihninizde canlandırınız. Paralelkenarların orta noktalarını işaretlediğinizi düşününüz.

Bu noktaların birleşiminden oluşan şekillerin çevreleri eşit ise paralelkenarların alanları hakkında ne söylenebilir? Tahmin ediniz

Tahmininizi Geogebra ile kontrol ediniz.

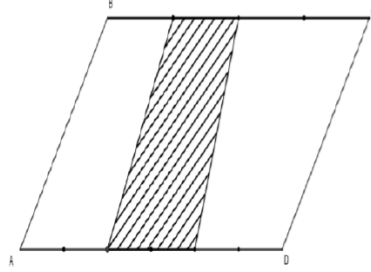


- Çalışma yaprağı 4 öğrencilere sunulur.

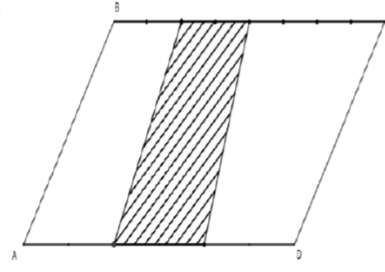
## GÜVEN

### ÇALIŞMA YAPRAĞI 5

Paralelkenar şeklindeki oyun sahasının karşılıklı kenarlarından biri 4, diğeri 6 eşit parçaya ayrılarak şekil 1 deki taralı alan boyunca tadilat yapılmıştır. 2 yıl sonra deforme olan oyun alanının restorasyonu sırasında karşılıklı kenarlarından biri 8, diğeri 3 eşit parçaya ayrılarak şekil 2 deki taralı alan boyunca tadilat yapılmıştır. Her iki durumda tadilat yapılan bölgenin alanlarını kıyaslayınız.



Şekil 1



Şekil 2

- Çalışma yaprağı 5 animasyon şeklinde öğrencilere sunulur.
- Öğrencilerin soru çözüm sürecine dair gözlem formu doldurulur.

#### DOYUM

7. SAYFADA <https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Area-of-Parallelograms/> bağlantısı verilir.

8. SAYFADA <https://wordwall.net/play/70553/746/746> bağlantısı verilir.

9. SAYFADA Kahoot yarışması bağlantısı sunulur.

10. SAYFADA Yansıtıcı günlük formu bağlantısı sunulur.

### BÖLÜM III

<b>Ölçme-Değerlendirme</b>	Driscoll Geometrik Zihin Alışkanlıkları Ölçeği, Sezgisel Kural Teorisi  Kahoot Wordwall
----------------------------	---

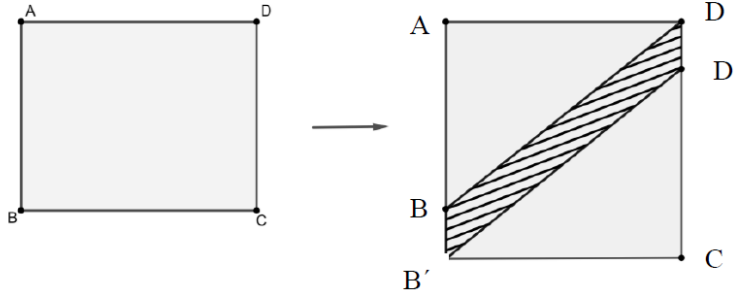
### BÖLÜM IV

<b>Plânın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar</b>	
---	--

## EK-11. ZGAT'DE KULLANILAN GEOMETRİK ZİHN ALIŞKANLIKLARI

### ZİHNİN GEOMETRİK ALIŞKANLIKLARI TESTİNDE KULLANILAN GEOMETRİK ZİHN ALIŞKANLIKLARI

1) Bir terzi kenar uzunlukları  $AD=11$  br,  $AB=9$  br olan bir ABCD dikdörtgeni şeklindeki kumaşını bir pantolona yama yapmak istiyor. Parçanın boyutları kare şeklindeki yama yapılacak alan için yetersiz geldiğinden dikdörtgen şeklindeki parça IBDI köşegeni boyunca kesiliyor. Elde edilen iki parça aynı doğrultuda birbirinden uzaklaştırılarak aralarına başka bir parça yerleştiriliyor ve kareye tamamlanıyor. Terzinin dikdörtgen parçaya eklediği parçanın alanını bulunuz. (Eklenen parça taralı olarak verilmiştir)



#### ÇÖZÜM:

**DA1:** Dikdörtgene  $BB'D'D$  dörtgeni ekleniyor. Bu dörtgenin bir kenarı  $11-9=2$  br

**KY4:** Parçanın eklenmesiyle noktalar ötelenmiş oluyor.

**İ5:** Oluşan şekil bir karedir.  $BB'D'D$  dörtgeni bir paralelkenardır.

**KY1-KY2:** Kare ile dörtgenin yükseklikleri belirlenir.

**KY5:** Kare ile paralelkenarın oluşturduğu şekle odaklanır.

**İ7:** Şekiller ilişkilendirilir.

**DA6:** ABCD karesi ile  $BB'D'D$  paralelkenarının ortak özellikleri aranır.

**DA2:** ABCD karesi ile  $BB'D'D$  paralelkenarının yükseklikleri aynı kalır.

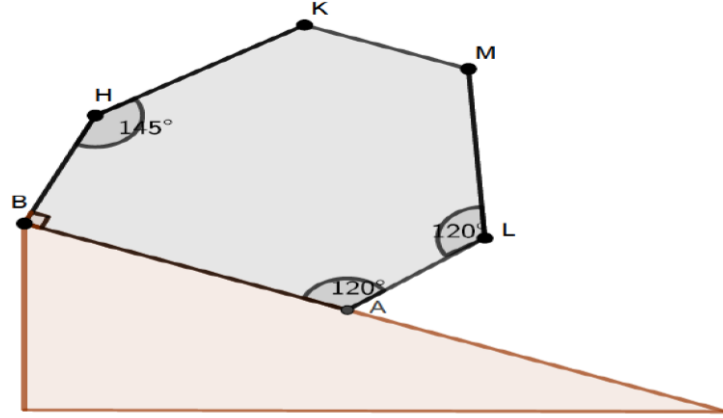
**DA8:** ABCD karesi ile  $BB'D'D$  paralelkenarının yükseklikleri aynıdır. Çünkü bu dörtgenler karenin içinde oluşmuş ve yükseklik karenin bir kenarıdır.

**İ1:** ABCD karesi ile  $BB'D'D$  paralelkenarının yükseklikleri (11 br) aynı.

**İ2:** ABCD karesi ile  $BB'D'D$  paralelkenarının yükseklikleri (11 br) aynı. Kenar uzunlukları, açı ölçüleri farklı.

**G8:** Paralelkenarın alanı taban x yükseklik ile bulunur.  $2 \cdot 11 = 22 \text{ br}^2$

2) Önden görünümü altıgen şeklinde olan ABHKLM kayası, bir rampa üzerinde  $[AB] \perp [BH]$  ve  $[KM] \parallel [AB]$  olacak şekilde duruyor. Bazı iç açıları verilen kaya, rüzgarm etkisiyle, rampadan aşağıya doğru sağ köşesi etrafında dönerek yuvarlanıyor. Örneğin birinci ve ikinci dönme açısı  $60^\circ$  oluyor. Kaya, tüm hareketi boyunca rampada kaldığına göre 40. dönme açısı ile ve 63. dönme açısının toplamının kaç derece olduğunu bulunuz.



### ÇÖZÜM:

**DA1:** Altıgen döndürülüyor. Değişen değişmeyen özelliklerini belirleyebilirim

**DA2:** ABHKLM altıgeni döndürüldüğünde açı ve kenar özellikleri değişmez.

**KY5:**  $[KM] \parallel [AB]$ ' dir. O halde  $m(\widehat{LMK})=120^\circ$ ,  $m(\widehat{MKH})=125^\circ$ .

**KY2:** Sürekli döndürüldüğünde ne olduğuna bakılır.

**DA4:** Sürekli döndürüldüğünde tekrar başa döner. Dönme periyodu 6 yani 6. Dönmeden sonra başa dönüyor.

**DA6:** Döndürülen altıgenin dönme açıları aynı kalıyor.

**DA7:** Her 6 dönmede bir sonuç yineleniyor.

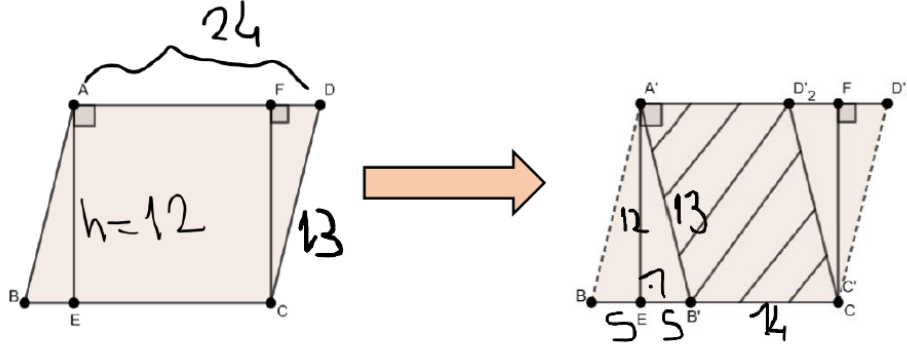
**DA8:** Yani 40. Dönme=4. Dönme= $125^\circ$ ,

$$63. \text{ dönme} = 3. \text{ Dönme} = 120^\circ$$

Çünkü  $40 \equiv 4 \pmod{6}$

$$63 \equiv 3 \pmod{6}$$

3) Proje ödevini yapmak için bir fon kartonu kenarları  $IDCI=13$  ve  $IADI=24$  cm olan paralelkenar şeklinde kesen Nihal, kestiği paralelkenarın istediği ölçülerden büyük olduğunu fark ediyor. Yeniden bir fon karton alacak zamanı kalmayan Nihal'in aklına paralelkenarı  $IFCI$  ve  $IAEI$  boyunca katlayarak aşağıdaki şekli elde etmek geliyor. Yeni oluşturduğu paralelkenarın kısa kenarı olan  $IB'CI=14$  cm olduğuna göre oluşan şeklin alanını(taralı alan) bulunuz.



### ÇÖZÜM:

**KY1-KY2:** İlk şekilde çizim yapılır.

**KY4:** Değişiklikleri fark eder.

**İ6- İ7:** Yeni paralelkenar oluşturulur.

**İ5:** Oluşan paralelkenarı fark eder, yükseklikleri fark eder.

**İ1- İ2:** Paralelkenarın karşılıklı kenar uzunlukları eştir.

$[AD]=[BC]=24$  cm ve  $[B'C]=[A'D'_2]=14$  cm ise  $[BB']=10$  cm'dir.

**DA1- KY5:** Bu durum ne ifade ediyor, diye büyük paralelkenar ve küçük paralelkenara odaklanır.

**İ9:**  $A'B'E$  üçgeni  $ABE$  üçgeninin simetriğidir. Dolayısıyla  $[A'B]=[A'B']$  ve  $[EB]=[EB']=5$  cm olur.

**DA2- DA6:** Simetrik şekillerde kenar, açı özellikleri değişmez.

**DA7:** Bu durum tüm simetri alınan şekillerde geçerlidir.

**KY6:** İkizkenar üçgende yükseklik, açıortay ve kenarortay aynı doğru üzerindedir. Yani  $A'E$  yüksekliktir.

**G3:**  $A'BE$ ,  $A'B'E$  dik üçgen olur.

**G1:** Pisagor bağıntısı kullanılabilir.

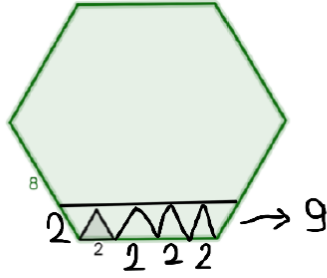
**DA8:** İki paralelkenarın yüksekliği aynıdır. Çünkü yalnızca köşe noktalar ötelenmiş olduğundan yükseklik değişmez.

**G9:** 5-12- 13 özel üçgeninden  $[A'B]=[A'B'] = 13$  cm olduğundan  $[A'E]= 12$  cm olur.

Paralelkenarın alanı taban uzunluğu x yüksekliktir.  $14.12= 168$  cm<sup>2</sup> olur.

**KY8:** Bu soruyu ilk paralelkenarın alanından oluşan dik üçgenlerin alanlarını çıkartarak da çözebiliriz.

4)



Birsen, bir kenarı 8 cm olan düzgün altıgen şeklindeki bir fondan bir kenarı 2 cm olan eşkenar üçgenler kesecektir. Bu fondan en fazla kaç tane eşkenar üçgen elde edebilir?

**ÇÖZÜM:**

**KY1- KY2:** Altıgen üzerinde 2 cmlik üçgenler çizilir.

**İ5:** Altıgenin 6 eşkenar üçgene ayrılabilmesini fark eder.

**G1:** Bu eşkenar üçgenler eşittir.

**İ6:** Altıgenin içine üçgenler çizilir. 8 cm lik kenar 2 cmlik olacak şekilde 4 parçaya ayrılır.

**G8:** Üçgen sayıları için kural oluşturulabilir.  $8/2+(8/2+1)= 9$  şeklinde

**KY3:** Diğer satırlar da benzer şekilde bulunur.

İlk parça 9, 2. Parça 11, 3. Parça 13, 4. Parça 15 üçgen içerir.

**G10:** Üçgen sayıları örüntü oluşturmaktadır.

**İ8:** Bu altıgen simetriktir. Yani 8 cm lik kenarı için bulunan üçgen sayısı diğer yarısı için de geçerlidir.

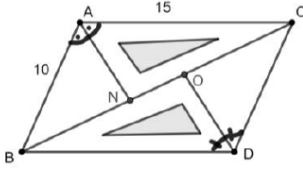
Toplam  $9+11+13+15= 48$  ve  $48.2=96$  üçgen vardır.

**G4:** başka çözümler de var

**KY8:** Alan kullanarak da çözülebilir.

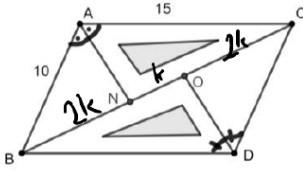
**G9:** Altıgenin alanını bir üçgenin alanına bölersek de sonuca ulaşırız.

5)



ABDC paralelkenarı şeklindeki kutunun tabanına ANC ve BOD eş cetvelleri yerleştirilmiştir. Bu eş cetvellerin birer dik kenarları BC köşegeni üzerindedir.  $INOI= 4$  cm olmak üzere BC köşegeninin uzunluğunu bulunuz.

**ÇÖZÜM:**



**İ1-İ2:** Paralelkenarın karşılıklı kenarları eşit.  $m(\widehat{BAC})=m(\widehat{BDC})$  olur.

**İ3:**  $[AN]$  ve  $[DO]$  yükseklik değildir.

**İ5- G2:** K.A.K eşliğinden  $BAN$  ve  $COD$  üçgenleri eştir. K. A. K eşliğinden  $ANC$  ve  $BOD$  üçgenleri eştir.

**G1:** İç açıortay teoremi kullanılabilir.

**İ4- G9:**  $\frac{[BN]}{[NC]} = \frac{10}{15} = \frac{[CO]}{[BO]}$  olur.

**İ8:** O halde  $[BN]= 2k$

$$[CN]= 3k$$

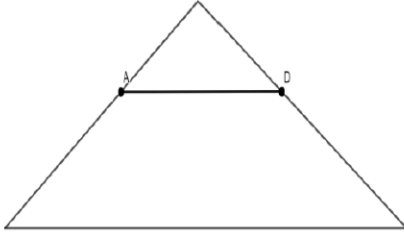
Ve  $[CO]= 2k$

$$[BO]= 3k \text{ olup } [NO]= k \text{ bulunur.}$$

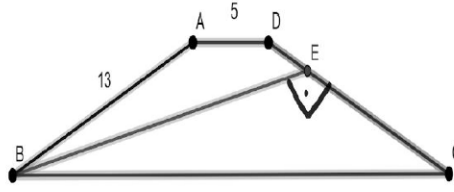
**KY5:**  $k= 4$  olduğundan  $[BC]=5k=$

bulunur.

6)



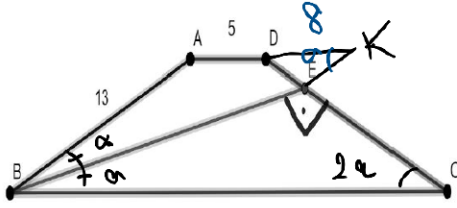
Şekil I



Şekil II

Şekil I deki üçgen fayans AD boyunca tabana paralel ( $[AD] \parallel [BC]$ ) kesilerek şekil II'deki ABCD ikizkenar yamuğu elde edilmiştir.  $m(\widehat{BEC}) = 90^\circ$ ,  $|AB| = |CD| = 13$  cm ve  $|AD| = 5$  cm dir. BE açıortay olmak üzere  $m(\widehat{EBA}) = m(\widehat{ECB})$  dir.  $[BE] \perp [CD]$  olmak üzere fayansın DE uzunluğunu hesaplayınız.

### ÇÖZÜM:



**KY1-KY2:**  $[BE]$  doğru parçası uzatılır.

**KY3- KY4- İ6:**  $DEK$  üçgeni oluşturulur.

**KY5:**  $m(\widehat{EBA}) = m(\widehat{ECB}) = \alpha$  ise ikizkenar yamuğun özelliğinden  $m(\widehat{ECB}) = 2\alpha$  olur.

**G9:**  $EBC$  dik üçgeninin iç açıları toplamı  $180^\circ$  olduğundan  $\alpha = 30^\circ$  olur.

$[AD] \parallel [BC]$  olup  $m(\widehat{EKD}) = 30^\circ$  dir.

**İ1-İ2:**  $DEK$  ile  $EBC$  üçgenleri A.A benzerliğine sahiptir.

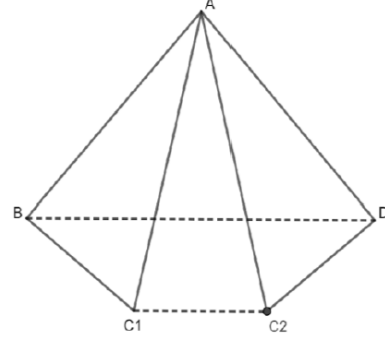
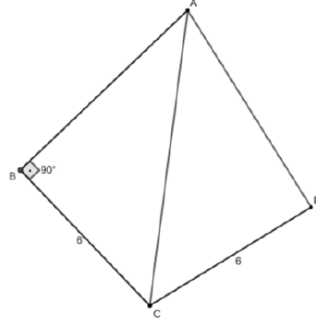
**KY6- KY7:**  $ABC$  ikizkenar üçgen olup  $[DK] = 8$  cm' dir.

**İ8-G1:**  $30^\circ-60^\circ-90^\circ$  üçgeninin özelliğinden  $[DE] = 4$  cm olur.

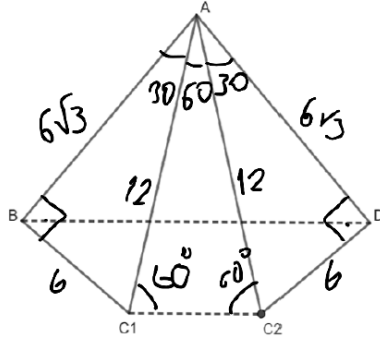
**KY8:** Bu soruyu A ve D noktalarından BC kenarına dikmeler inerek de çözebiliriz.

7) Şekil I deki ABCD deltoidi şeklindeki uçurtma, [AC] boyunca kesiliyor. Ardından ADC üçgeni A köşesi etrafında pozitif yönde  $25^\circ$ , ABC üçgeni A köşesi etrafında negatif yönde  $35^\circ$  döndürülerek şekil II deki konumuna getiriliyor.

$|AB|=|AD|=6\sqrt{3}$  br,  $|CD|=6$  br olduğuna göre  $\frac{BD}{C_1C_2}$  hesaplayınız.



**ÇÖZÜM:**



**DA2-DA3-DA6:** Dönme sonucunda üçgenlerin özellikleri korunur.

**DA7-DA8-KY4:** Dönme dönüşümü şekillerin açı, kenar özelliklerini korur. O halde deltoidi oluşturan üçgenlerin özellikleri değişmez.  $AC_1$ ,  $AC_2$  ve  $AC$  eş kenarlardır.

**KY1-KY2:** Şekil üzerinde açı-kenar ölçüleri verilir.

**KY5:** Şekle bütüncül olarak bakılır.

**G3-DA1:**  $m(\widehat{C_1AC_2}) = 25^\circ + 35^\circ = 60^\circ$  dir.

**İ9:** Deltoidin özelliğinden  $[AC]$  simetri eksenidir.

**İ2-İ7:**  $BAC$  ve  $CAD$  üçgenleri eştir.

**İ5-KY3:**  $m(\widehat{ABC}) = m(\widehat{ADC})$  olup  $m(\widehat{ADC}) = 90^\circ$  dir.

**İ1:**  $AB=AD=6\sqrt{3}$  br,  $[BC]=CD=6$  br ise  $[AC]=12$  br olur ki

**G1:** ABC ve ADC  $30^\circ-60^\circ-90^\circ$  üçgenidir.  $m(\widehat{BAC})=m(\widehat{CAD})=30^\circ$  dir.

**G1-G9-KY7:**  $m(\widehat{C_1AC_2})=60^\circ$  ve  $[AC_1]=[AC_2]=12$  br olup eşkenar üçgenlerdir. O halde  $[C_1C_2]=12$  br'dir.

**KY6:**  $m(\widehat{BAD})=m(\widehat{C_1AB})+m(\widehat{C_1AC_2})+m(\widehat{C_2AD})=120^\circ$  olur.

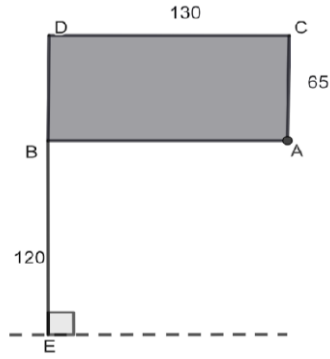
**İ1:**  $120^\circ-30^\circ-30^\circ$  özel üçgeninden  $[BD]=6\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}=18$  br'dir.

**İ8:**  $\frac{BD}{C_1C_2}=\frac{18}{12}=\frac{3}{2}$  olur.

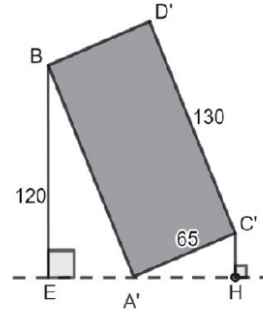
**KY8:** Çözüm yoluna dair sağlama veya yeni yollar aranır.

8) ABCD dikdörtgeni şeklindeki televizyon, B ve D noktalarından vidalanmıştır. D noktasındaki vidanın yerinden çıkmasıyla televizyon, B noktası etrafında dönerek yere düşmüş ve şekil II deki konumu almıştır.

$[DE]$  zemine dik,  $[C'H] \perp [EH]$ ,  $[AC]=65$  cm,  $[CD]=100$  cm ise  $[C'H]$  kaç cm dir?

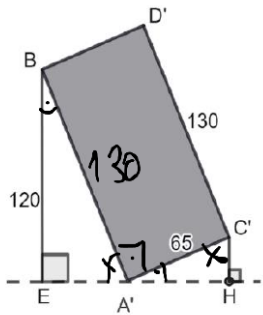


Şekil I



Şekil II

**ÇÖZÜM:**



**KY1-KY2:** Açı-kenar ölçüleri şekle yazılır.

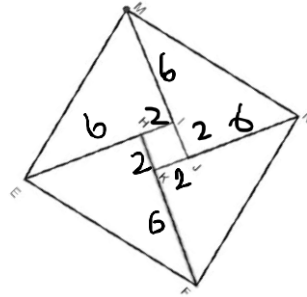
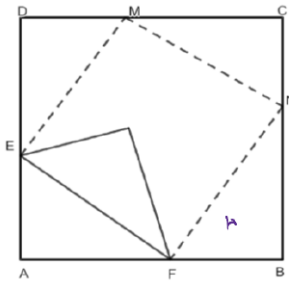
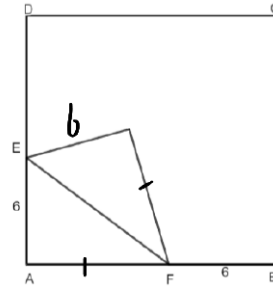
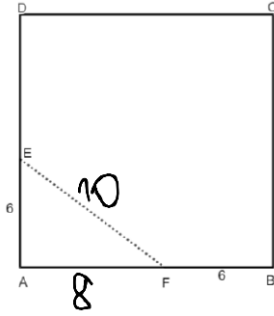
Dikdörtgenin köşe açıları dik açı olduğundan  $m(\angle BA'C)=90^\circ$  olur. Dikdörtgenin özelliğinden  $[BA']=130 \text{ cm}$ 'dir.

**G1-G9:** 5-12-13 özel üçgeninden ve Pisagor bağıntısından  $[EA']=50 \text{ cm}$  olur.

**İ1-İ2-İ5:**  $m(\angle BA'E)+m(\angle CA'H)=90^\circ$  olur. O halde  $m(\angle BA'E)=m(\angle A'C'H)$  ve  $m(\angle CA'H)=m(\angle EBA')$  olur.  $\triangle BEA'$  ve  $\triangle C'A'H$  üçgenleri A.A. benzerliğinden dolayı benzerdir.

**İ8:**  $\frac{65}{130} = \frac{C'H}{50}$  olur ki  $[C'H]=25 \text{ cm}$  dir.

9) Bir kenarı 14 cm olan ABCD karesi şeklindeki bir kağıt  $[EF]$  boyunca  $|AE|=|EB|=6 \text{ cm}$  olacak şekilde içe doğru katlanacaktır. Aynı işlem karenin dört köşesine de uygulanmaktadır. Katlama işleminden sonra oluşan EFMN dörtgeninin ortasında bulunan IJKL dörtgeninin çevresini ve alanını hesaplayınız.



**ÇÖZÜM:**

$[AF]=8 \text{ cm}$

**İ1-İ2- DA1-DA2:** Katlama ile dik üçgenin simetrisi oluşur. Simetri ile eş üçgen oluşur.

**DA3- DA6:** FAE ile FHE üçgenleri eş dik üçgenlerdir.

O halde  $[HE]=[EA]=6$  cm

$[HF]=[FA]=8$  cm olur

**KY1-KY2:** Diğer üçgenlere dair çizimler yapılır.

**DA7-DA8-KY3:** Aynı durum diğer üçgenlerde de geçerlidir.

**KY6:** O halde  $[HK]=[JK]=[JI]=[HI]=2$  cm olur.

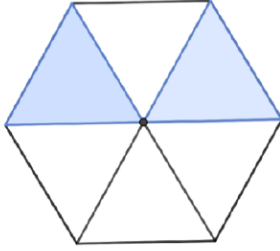
**İ6-İ7-KY7:** Köşe açıları dik açı olan HIJK dörtgeni bir karedir.

**G9:** Çevresi tüm kenarların toplamıdır. Çevresi 8 cm'dir.

**G1:** Alanı bir kenarın karesi yani  $4$  cm<sup>2</sup>'dir.

**KY8:** Bu alan tüm karenin alanından katlanan 4 eş üçgenin alanı çıkarılarak da bulunabilir.

10) Çevresi 60 cm olan düzgün altıgen şeklindeki karton köşegenleri boyunca kesilerek altı eş parçaya ayrılıyor. Daha sonra bu parçalardan iki tanesi çıkarılarak geriye kalanlarla kapalı bir cisim oluşturuluyor. Oluşturulan bu cismin hacmini bulunuz.



**ÇÖZÜM:**

**İ2:** Düzgün altıgen 6 eş eşkenar üçgenen oluşur.

**İ5-İ7-G3-KY7:** 2 parça çıkarılınca kalan 4 parça ile düzgün dörtyüzlü oluşur.

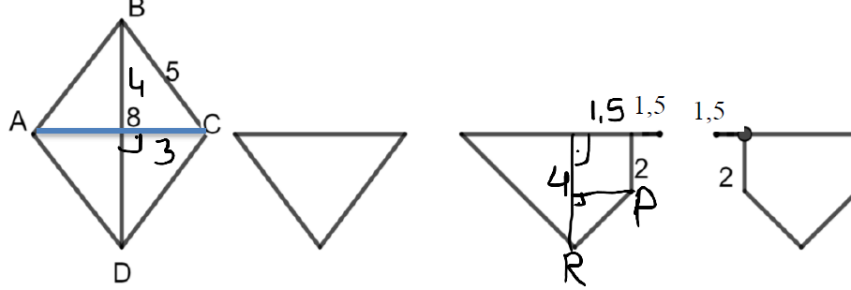
**İ4-KY5:**  $60/6=10$  olduğundan düzgün dörtyüzlünün bir kenarı 10 cm'dir.

**G9:** Hacmi  $10^3 \cdot \sqrt{2} / 12 = 500\sqrt{2}/6$

11)

Bir kenarı 5 cm olan eşkenar dörtgen biçimindeki kağıt AC köşegeni boyunca ikiye katlanacaktır. Daha sonra oluşan şeklin önce sağ tarafından, sonra sol tarafından dik kenar uzunlukları 1,5-2 cm olan bir dik üçgen kesilip çıkarılacaktır. Daha sonra kağıt tekrar

katlandığı yerden açılınca istenilen şekil elde edilecektir. Bu son şeklin çevresi ve alanı ilk şekle göre nasıl değişim göstermiştir?



### ÇÖZÜM:

**G1:** Eşkenar dörtgende köşegenler dik kesişir.

**G1:** 3-4-5 özel üçgeni veya Pisagor bağıntısından  $[KC]=[AK]=3$  cm olur.

Buna göre ilk şeklin alanı  $6.8/2=24$  cm<sup>2</sup> , çevresi ise  $4.5=20$  cm dir.

**İ1-İ2-KY4:** Kesilip atılan parça K.A.K benzerliğine göre eşkenar dörtgenin 4 eş dik üçgen parçalarına benzerdir.

**İ6- G3-KY7:** Kalan şekil bir yamuktur.

**KY3-KY4:** Yamuğun alanı  $3.1,5=4,5$  cm<sup>2</sup> dir. İstenen şekil 4 yamuktan oluştuğundan alanı 18 cm<sup>2</sup> dir.

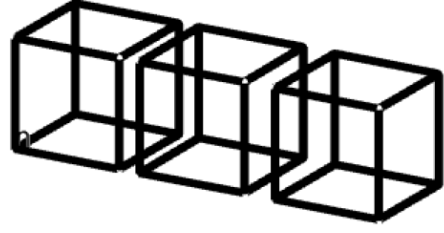
**KY5-KY6:** Oluşan şekil çevresi için PR kenar uzunluğuna ihtiyaç vardır.

Pisagor bağıntısından  $[PR]=2,5$  cm olarak bulunur.

**İ9:** Şekil simetrik olduğundan tüm çevre  $4.4,5=18$  cm' dir.

**KY8:** Buna göre şeklin son durumda alanı ve çevresi azalmıştır.

12) Semra öğretmen, mahallesindeki marketin indirim gününden iki paket kare prizma şeklinde kaşar peynir almıştır. Peynirin tabanı ayrıtları 2 cm, yüksekliği 6 cm dir. Bu peynirlerden birini tüketmek üzere dolaba koymuş, diğerini ise daha sonra tüketmek için 3 eş parçaya ayırarak dondurucuya kaldırmıştır. Tüm konan peynir ile parçalanmış peynirlerin hacimlerini ve yüzey alanlarını parçalanmadan önceki peynirin yüzey alanı ve hacmiyle kıyaslayınız.



### ÇÖZÜM:

**İ1-İ2:** Her iki şeklin yükseklikleri aynı.

**İ4- G10-DA1-DA2-DA3-DA6-DA7-DA8-KY3:** Parçalanan şeklin hacmi değişmez. Alanı ise görünen yüzeyler arttığından artar.

**İ5-İ8-KY3:** Üç eşit parçaya ayrılır. Yani yükseklik olarak adlandırılan ayırıt 2-2-2 cm olacak şekilde 3 parçaya ayrılır.

**KY7-KY8:** Oluşan şekiller küptür.

**G1- G9-KY4-KY5-KY6:** Birinci şekilde  $V=2.2.6=24$

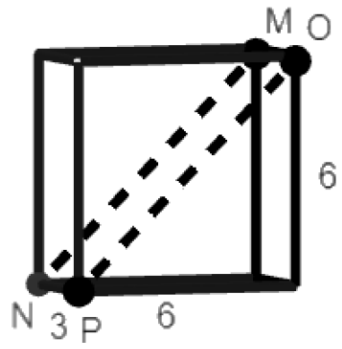
$$A=2.2.2+6.8=56$$

İkinci şekilde ise  $V=3.2.2=24$

$$A=3.6.2.2=72 \text{ olur.}$$

13)

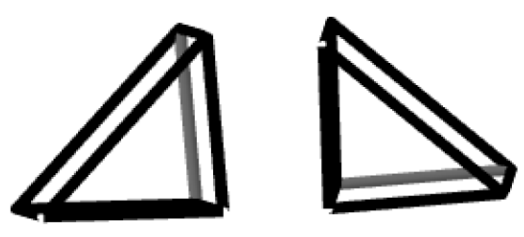
Fulya Şekil I deki dikdörtgenler prizması şeklindeki sabunu şekildeki MNOP ara kesitinden ikiye ayırarak şekil II deki iki üçgen prizma şeklindeki sabunları elde etmiştir. Daha sonra bunları şekil III deki gibi tekrar birleştirerek üçgen prizma şeklinde bir sabun elde etmiştir. Şekil IV deki bu sabunun yüzey alanı ve hacmi başlangıçtaki sabuna göre nasıl değişim göstermiştir?



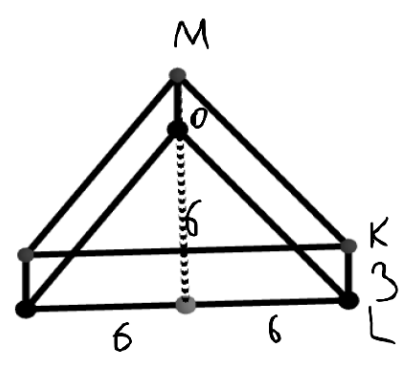
Şekil I



Şekil II



Şekil III



Şekil IV

**ÇÖZÜM:**

**İ2:** Her iki şeklin yükseklikleri aynı. Tabanları farklı.

**İ4- G10-DA1-DA2-DA3-DA6-DA7-DA8-KY3:** Şeklin parçaları değişmediğinden hacmi değişmez. Alanı ise görünen yüzeyler arttığından artar. Çünkü MNOP dikdörtgensel bölgenin alanı MOKL dikdörtgensel bölgenin alanından büyüktür.

**İ5-KY3:** 2 eşit parçaya ayrılır. Parçalar tekrar MOKL yüzeyinden birleştirilir.

**KY7-KY8:** Yeni şekil bir üçgen prizmadır.

**G1- G9-KY4-KY5-KY6:** Birinci şekilde  $V_1 = 6.6.3 = 108$

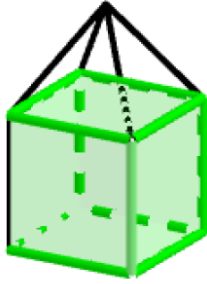
$$A_1 = 2.3.6 + 18.6 = 144$$

İkinci şekilde

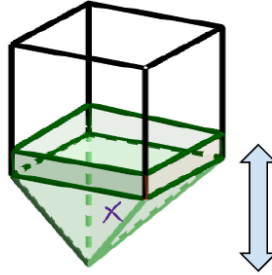
$$V_2 = 6.6.3 = 108$$

$$A_2 = 2.3.6 + 2.3.6\sqrt{2} + 3.12 = 108 + 36\sqrt{2}$$

14) İhsan Bey tarlasını bir küpün üzerine birleştirilmiş kare piramit şeklindeki bir depoyu kullanarak sulamaktadır. Depoda bir kenarı 2 m olan küpün tamamını dolduracak su vardır. Deponun kare tabanında oluşan bir hasardan dolayı, su israfının olmaması adına İhsan Bey depoyu şekil II deki gibi ters çevirmeye karar vermiştir. Son durumda depodaki suyun yüksekliği 3 m olmuştur. Kare piramit şeklindeki deponun maksimum ne kadar su alabildiğini hesaplayınız.



Şekil I



Şekil II

**ÇÖZÜM:**

**İ1-İ2-KY4:** Şekillerdeki suyun hacmi aynıdır.

Küpteki suyun hacmi  $2.2.2 = 8 \text{ m}^3$ 'tür.

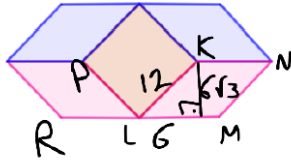
**DA1-DA2- DA3-DA6:** O halde 2. Şekildeki suyun hacmi de aynı olmalıdır.

**İ7-DA7-DA8:** 2. şekilde küpteki suyun yüksekliği  $x$  m ise kare piramitteki suyun yüksekliği  $3-x$  metredir.

$$\mathbf{G9:} V=2.2.2=8 = \frac{2.2.x}{3} + 2^2 \cdot (3-x)$$

$$x=3/2=1,5 \text{ m olur.}$$

15) Harun Bey, birbirine eş 5 eşkenar dörtgeni kullanarak bir logo tasarlamıştır. Bu logonun alt ve üst tabanları paralel ve eşkenar dörtgenlerden birinin yüksekliği  $6\sqrt{3}$  cm olduğuna göre logonun çevresi kaç cm dir?



**G1:** Eşkenar dörtgenin karşılıklı açıları eşit, komşu açıların toplamı  $180^\circ$  dir.

**İ5:** Buna göre KLMN eşkenar dörtgeninde  $m(\widehat{KLM})=x$  ise

$m(\widehat{KLM})=m(\widehat{KLP})=m(\widehat{RLP})=x$  olmalıdır.

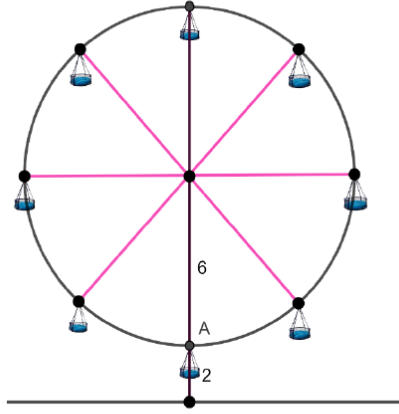
**G1:** Doğru açı  $180^\circ$  olduğundan  $3x=180$  ve  $x=60^\circ$  olur.

**G1:** O halde  $30^\circ-60^\circ-90^\circ$  özel üçgeninden  $[KL]=12$  cm olur.

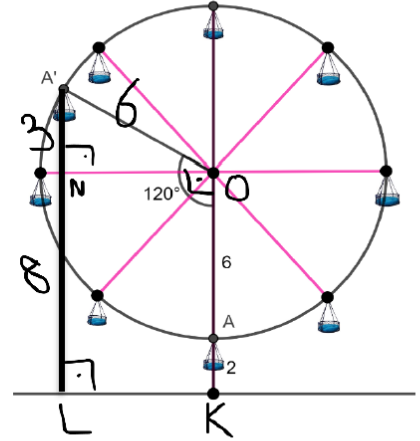
Eşkenar dörtgenlerin bir kenarı 12 cm'dir.

Şeklin çevresi  $12.8=96$  cm'dir.

16) Berkay lunaparkta Şekil I de verilen 6 m yarıçaplı dönme dolabın A noktasındaki koltuğa oturuyor. Bu koltuğun yerden yüksekliği 2 metredir. Dönme dolap pozitif yönde  $120^\circ$  döndürülerek A' noktasına geldiğinde Berkay'ın yerden yüksekliğini bulunuz.



Şekil I



Şekil II

### ÇÖZÜM:

**KY6:** Dönme sonucunda yarıçap değişmez.  $[A'O]=6$  m dir.

**İ6-KY1-KY2- KY7:**  $A'LKO$  bir dik yamuk oluşturur.

**İ6- KY5- KY7:**  $LKON$  bir dikdörtgen olup  $m(\angle NOA')=30^\circ$  dir.

**G1:** O halde  $30^\circ-60^\circ-90^\circ$  özel üçgeninden  $[A'N]=3$  m olur.

$[A'L]=8+3=11$  m olur.

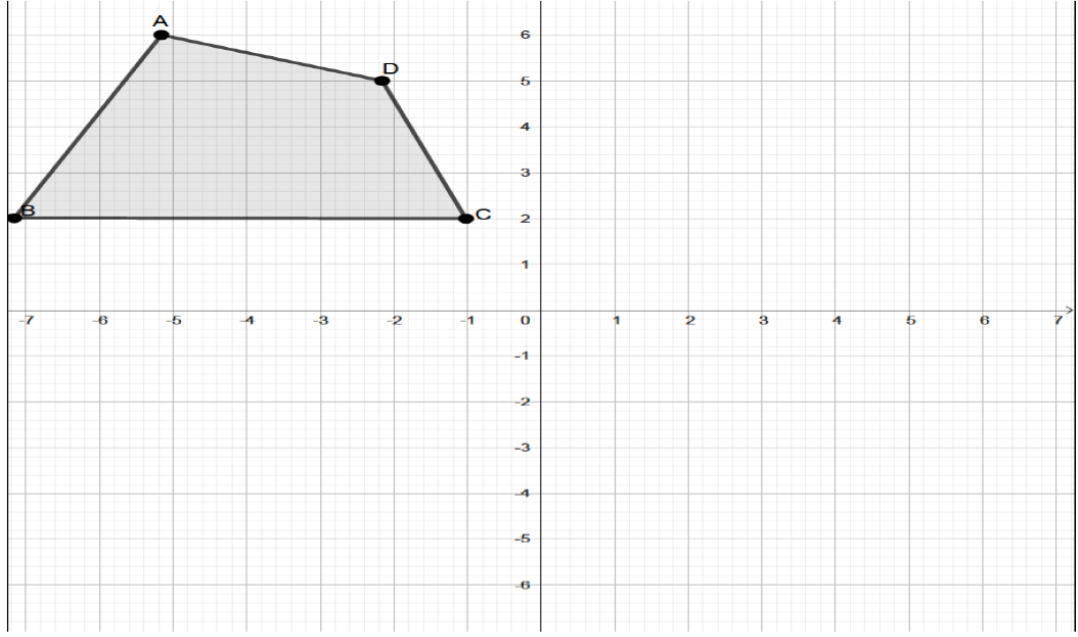
17)Aşağıdaki ABCD dörtgeninin

a) x eksenine göre simetrisi alınırsa oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

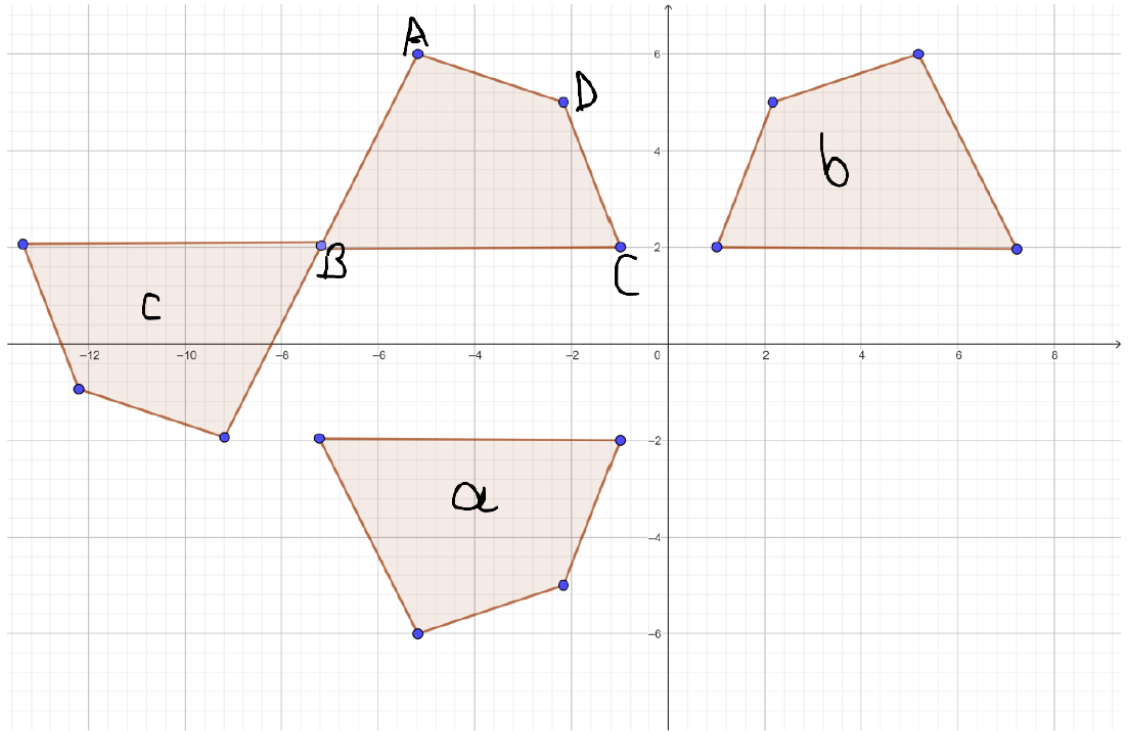
b) y eksenine göre simetrisi alınırsa oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

c) Saat yönünde B noktası etrafında  $180^\circ$  döndürülürse oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.

d) y eksenini boyunca aşağı yönde 3 br ötelenirse oluşan şeklin kenar ve açı özelliklerinin değişip değişmeyeceğini açıklayınız.



ÇÖZÜM:

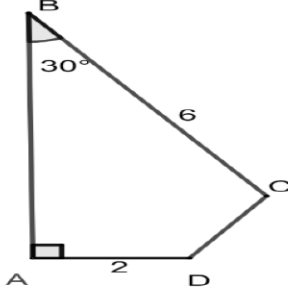


**G3- KY1-KY2:** Oluşan şekiller çizilir.

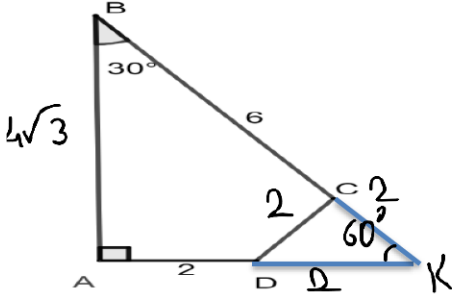
**G9- G10- DA2-DA3-DA4-DA5-DA6-DA7-DA8-KY3-KY4-KY7-KY8:** Simetri, dönme ve öteleme dönüşümleri şeklin aç, kenar, çevre ve alan özelliklerini korur. Yalnızca konum değişir.

G5: Bu durum her zaman geçerlidir.

18) Bir fakültede dekan olan Erdinç Bey'in fakültesindeki bazı binaların yeri ABCD dörtgeni şeklinde konumlandırılmıştır. A ile B binası arası  $4\sqrt{3}$  m, B ile C arası 6 m, A ile D binası arası ise 2 metredir.  $[AB] \perp [AD]$  olmak üzere  $[CD]$  kaç metredir?



ÇÖZÜM:



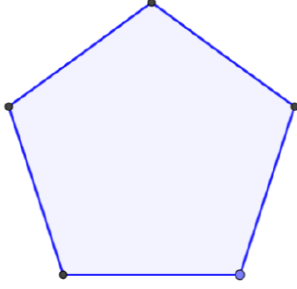
**KY1-KY2-İ6:** Şekil üçgene tamamlanırsa  $30^\circ-60^\circ-90^\circ$  özel üçgeni oluşur.

**G1-KY5-KY6:** O halde  $|DK|=|CK|=2$  m olur.

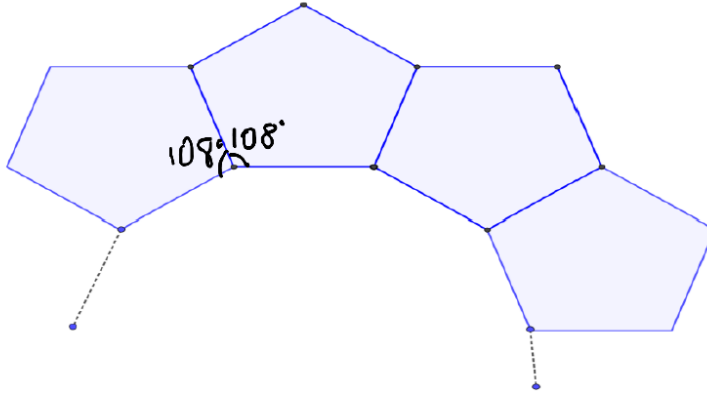
**İ1:** Köşe açısı  $60^\circ$  olan ikizkenar üçgen eşkenar üçgendir.

**KY7:** CDK üçgeni eşkenar üçgendir.  $|CD|=2$  m olur.

19) Fehmi Bey, dükkanının girişine şekil I deki düzgün beşgen fayansların yanyana getirilmesiyle oluşan bir şekil (şekil II) döşetiyor. Bu şeklin iç bölgesinde oluşan içbükey dörtgen şeklin çevresi ile dış kenarlarından oluşan dışbükey dörtgen şeklin çevresinin toplamı 30 m oluyor. Buna göre beşgen fayansın çevresini bulunuz.



Şekil I



Şekil II

**ÇÖZÜM:**

**İ2:** Düzgün beşgenin bir iç açısı  $108^\circ$ 'dir.

**İ2-KY1-KY2:** O halde oluşan şeklin bir iç açısı  $360-216= 144^\circ$  olur.

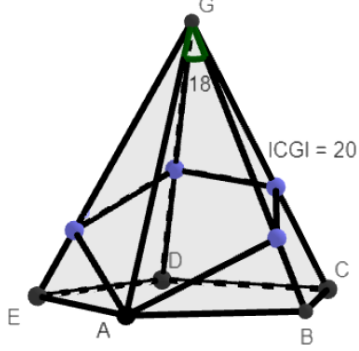
**İ5- KY7:** Bir iç açısı  $144^\circ$  olan düzgün çokgen bir düzgün ongendir.

**KY5:** Şeklin çevresinde toplam  $3 \cdot 10= 30$  kenar bulunmaktadır.

30 kenar 30 m ise 1 kenar 1 metredir.

O halde düzgün beşgenin çevresi 5 m'dir.

20) Yanal ayrıtı 20 cm olan düzgün beşgen dik piramit şeklinde takoz aşağıda verilmiştir.  $m(\widehat{AGB}) = 18^\circ$  dir. Bir karınca A noktasından başlayıp piramidin yüzeyi üzerinde A noktasından başlayıp yürüyerek tekrar A noktasına ulaşmıştır. Karınca en az kaç cm yol yürümüştür?

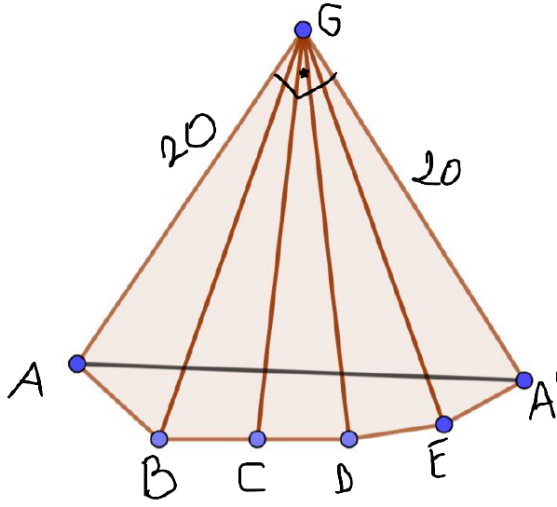


**ÇÖZÜM:**

**İ1-İ5-G3- KY1-KY2:** Düzgün beşgen dik piramidin tepe açısı  $18^\circ$  dir.  $AGA'$  dik üçgendir.

**KY5-KY6- KY7:** Karıncanın yürüdüğü en kısa yol hipotenüstür.

**G1-G9:** O halde Pisagor teoremine göre  $|AA'| = 20\sqrt{2}$  cm dir.



## **EK- 12. ÖĞRETMENLER İÇİN GEOMETRİ ALANI İHTİYAÇ ANALİZİ GÖRÜŞME FORMU**

1. Cinsiyetinizi belirtiniz.
2. Kaç yıldır öğretmenlik yapıyorsunuz?
3. Öğrenim düzeyinizi yazınız.
4. Geometri alanına ait hangi konunun/konuların öğretiminde zorlanıyorsunuz?
5. Geometri alanına ait hangi konu/konularda öğrencilerin performansının daha düşük olduğunu gözlemliyorsunuz?
6. Geometri öğretiminde en çok hangi öğretim yöntem ve stratejisini kullanıyorsunuz?
7. Geometri öğretiminde etkili olduğunu düşündüğünüz yöntemi derslerinizde aktif bir şekilde kullanabiliyor musunuz? Açıklayınız.
8. Cevabınız evet ise kullandığınız yöntemin öğrencilerin öğrenme sürecine nasıl etki ettiğini açıklayınız.
9. Cevabınız hayır ise etkili olduğunu düşündüğünüz yöntemi kullanmanıza engel olan durumları açıklayınız.

## **EK- 13. ÖĞRENCİLER İÇİN GEOMETRİ ALANINA DAİR İHTİYAÇ ANALİZİ GÖRÜŞME FORMU**

- 1) Geometri öz yeterliğiniz hakkında ne düşünüyorsunuz?
- 2) Geometri derslerinizde size hangi yöntem ve teknikler kullanılarak öğretim yapılmıştır? Açıklayınız.
- 3) Geometri derslerinizde hangi yöntem ve tekniğin size daha çok hitap ettiğini düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
- 4) Geometri derslerinin sizin için daha verimli olması için derslerin nasıl işlenmesini isterdiniz? Açıklayınız.

