T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI

SOMUT MATERYAL VE GEOMETER'S SKETCHPAD DESTEKLİ EĞİTİMLERİN MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARILARINA VE ÇÖZÜMLERİNİ AÇIKLAMALARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEVZAT DOKUR

GAZİANTEP

MAYIS 2013

NEVZAT DOKUR YÜKSEK LİSANS TEZİ GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ İLKÖĞRETİM ABD 2013

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI

SOMUT MATERYAL VE GEOMETER'S SKETCHPAD DESTEKLİ EĞİTİMLERİN MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARILARINA VE ÇÖZÜMLERİNİ AÇIKLAMALARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEVZAT DOKUR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yusuf KOÇ

İkinci Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali BOZKURT

GAZİANTEP

MAYIS 2013

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

SOMUT MATERYAL VE GEOMETER'S SKETCHPAD DESTEKLİ EĞİTİMLERİN MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARILARINA VE ÇÖZÜMLERİNİ AÇIKLAMALARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

NEVZAT DOKUR

Tez savunma tarihi: 22.05.2013
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Onayı

Doç. Dr. Mehmet Fatih ÖZMANTAR
EBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Doç. Dr. Mehmet Fatih ÖZMANTAR
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yusuf KOÇ
Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ali BOZKURT
İkinci Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:	İmzası
Doç. Dr. Yusuf KOÇ (Jüri Başkanı)	
Doç. Dr. Ali BOZKURT	
Doç. Dr. Erhan BİNGÖLBALİ	
Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk VURAL	
Yrd. Doç. Dr. Recep BİNDAK	

ÖZET

SOMUT MATERYAL VE GEOMETER'S SKETCHPAD DESTEKLİ EĞİTİMLERİN MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARILARINA VE ÇÖZÜMLERİNİ AÇIKLAMALARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

DOKUR, Nevzat

Yüksek Lisans Tezi, İlköğretim Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yusuf KOÇ
İkinci Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali BOZKURT
Mayıs 2013, 143 Sayfa

Bu tezde amaç Somut Materyal (SM) ve Geometer's Sketchpad (GSP) destekli eğitimlerin, matematik öğretmenliği öğrencilerinin başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına etkisini araştırmaktır. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmış, ön test ve son testlerden elde edilen verilerin nitel ve nicel analizi yapılmıştır. Araştırmanın katılımcıları Gaziantep üniversitesi birinci ve ikinci öğretimde okuyan 139 ilköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. SM ve GSP destekli eğitimler 10 hafta sürmüş ve öğrencilerin geometrik düşünmelerini geliştirebilecek etkinlikler içermiştir. Çalışmanın verileri SM ve GSP destekli eğitimlerden önce ve sonra yapılan geometri başarı testinden elde edilmiştir. Öğrencilerin açık uçlu geometri problemlerine yaptıkları açıklamaların eğitimler sonrasında değişip değişmediği, SM ve GSP gruplarının açıklamaları arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır. Bulgular öğrencilerin açıklamalar yapmada ve gerekçeler sunmada zorlandıklarını; eğitimler sonunda ise tam ve ikna edici açıklamalarda ve başarılarında artış olduğunu göstermiştir. Nicel analiz bulguları ise SM ve GSP gruplarının açıklamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin gerekçeler sunma, genellemeler yapma ve matematiksel ikna edici ifadeler oluşturmada ilerledikleri görülmüştür. Çalışma, geometri öğretiminde öğrencilerin daha fazla düşünmelerine ve fikirlerini savunmalarına olanak veren farklı materyallerle donatılmış ortamlara ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Geometri Öğretimi, İkna Edici Matematiksel Açıklamalar, Somut Materyal, Geometer's Sketchpad.

ABSTRACT

INVESTIGATING THE EFFECTS OF CONCRETE MATERIALS AND THE GEOMETER'S SKETCHPAD SUPPORTED TRAINING ON THE ACHIEVEMENT AND EXPLANATIONS ABOUT THE SOLUTIONS OF MATHEMATICS EDUCATION STUDENTS

DOKUR, Nevzat
M. A. Thesis, Department of Elementary Education
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yusuf KOÇ
Second Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali BOZKURT
May 2012, 143 pages

The aim of this thesis is to investigate the effects of Concrete Materials and The Geometer's Sketchpad supported training on the achievement and explanations about the solutions of mathematics training students. In the study quasi-empirical method was used and the quantitative and qualitative analysis of the data obtained from pre-test and post-test were done. The participant of the study consisted of 139 day and night group mathematics education students in the Gaziantep University. SM (Concrete Materials) and GSP (Geometer's Sketchpad) supported traninings lasted 10 weeks and included activities to develop students' geometric thinking. The data of the study obtained from the geometry achievement test which was done before and after the SM and GSP supported trainings. There was an investigation on whether the students' explanations on open-ended geometry problems changed after the training and whether there was any difference between the explanations of the SM and GSP groups. The findings showed that the students had difficulty in providing explanations and making justifications but at the end of the training there was an increase on their success and convincing explanations. On the other hand quantitative analysis findings showed that there was no statistically significant difference between the explanations of the SM and GSP groups. In addition it was seen that there was a progress in providing justifications, making generalizations and creating convincing mathematical expressions. The study showed that students needed environments equipped with different materials which allow then to think more and defend their ideas.

Key words: Geometry Teaching, Convincing Mathematical Explanations, Concrete Materials, Geometer's Sketchpad.

ÖN SÖZ

Yapılan tez çalışması, yoğun çalışma gerektiren zorlu bir süreçti ve birçok kişinin desteği ve yardımıyla tamamlanabildi. İlk olarak tez konumun belirlenmesinde, uygulama ortamının sağlanmasında bana gerekli imkânları sunan; sürekli olarak ilgi, sabır ve anlayışlarıyla destek olan değerli danışman hocalarım Doç. Dr. Yusuf KOÇ ve Doç. Dr. Ali BOZKURT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hem Yüksek lisans eğitimim hem de diğer eğitimlerim boyunca her zaman büyük desteklerini gördüğüm ve üzerimde büyük emeği olan tüm öğretmenlerime sonsuz şükran borçluyum.

Araştırma sürecinde beraber çalıştığımız Mehmet GÜZEL'e yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim. Sıkıntılı süreçlerde sızlanmalarıma tahammül eden ve destek olan arkadaşım Halil TOPRAK'a, İngilizce çeviriler için zaman ayıran Uğur KURUKAFA' ya ve adından söz edemediğim diğer dostlarıma sonsuz teşekkürler.

Son olarak bugünlere erişmemde en büyük pay sahibi olan, her türlü ilgi ve desteklerini esirgemeyen sevgili babam ve anneme, kardeşim Selim, ablam Hüsniye, Ağabeylerim Ekrem ve Murat'a ve hayatıma yeni bir boyut kazandıran sevgili nişanlım Nilay'a yürek dolusu teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

Nevzat DOKUR
Mayıs, 2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET .... **i**
ABSTRACT .... **ii**
ÖN SÖZ .... **iii**
İÇİNDEKİLER .... **iv**
TABLOLAR LİSTESİ .... **vii**
ŞEKİLLER LİSTESİ .... **viii**
GRAFİKLER LİSTESİ .... **ix**
EKLER LİSTESİ .... **x**
KISALTMALAR .... **xi**

GİRİŞ **1**
1.1. PROBLEM DURUMU 3
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI 4
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ 4
1.4. ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI 5
KAYNAK ÖZETLERİ **6**
2.1. MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE KAVRAMSAL ÖĞRENME 6
2.2. GEOMETRİK DÜŞÜNMENİN GELİŞİMİ 8
2.3. MATEMATİK VE GEOMETRİ ÖĞRETİMİNDE SOMUT MATERYAL KULLANIMI 14
2.3.1. Materyal Kullanımı ve Önemi 14
2.3.2. Öğretimde Somut Materyal Kullanımı 15
2.4. DİNAMİK GEOMETRİ YAZILIMLARI VE GEOMETRİ ÖĞRETİMİ 18
2.4.1. Geometer's Sketchpad (GSP) 20
2.4.2. Geometer's Sketchpad Yazılımı Neden Seçildi? 21
2.5. GEOMETRİ PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİNDE AÇIKLAMALAR VE ÖNEMİ 22
YÖNTEM **28**
3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ 28
3.2. ÇALIŞMANIN ARKA PLANI 30

3.2.1. Somut Materyal (SM) Destekli Gruplar 31
3.2.2. Geometer’s Sketchpad (GSP) Yazılımı Destekli Gruplar 33
3.3. KATILIMCILAR 35
3.4. VERİ TOPLAMA ARACI 36
3.5. VERİ TOPLAMA SÜRECİ 37
3.6. VERİ ANALİZ SÜRECİ 37
BULGULAR VE TARTIŞMA 46
4.1. BULGULAR 46
4.1.1. Geometri Başarı Testi (GBT) Genel Analiz ve Bulguları 46
4.1.1.1. Katılımcıların GBT ortalama puanlarının eğitim türüne göre değişiminin incelenmesi 46
4.1.1.2. Tüm katılımcıların GBT ortalama puanlarındaki değişiminin incelenmesi 48
4.1.1.3. SM ve GSP gruplarının eğitimler öncesi GBT ortalama puanlarının karşılaştırılması 49
4.1.1.4. SM ve GSP gruplarının GBT fark puanlarının (ön test-sontest) karşılaştırılması 51
4.1.2. Her Bir Sorunun Çözümün Açıklanması Yönünden Betimsel İstatistikleri ve Genel Gözlemler 53
4.1.2.1. Birinci soruya ilişkin bulgular 53
4.1.2.2. İkinci soruya ilişkin bulgular 57
4.1.2.3. Üçüncü soruya ilişkin bulgular 62
4.1.2.4. Dördüncü soruya ilişkin bulgular 66
4.1.2.5. Beşinci soruya ilişkin bulgular 72
4.1.2.6. Altıncı soruya ilişkin bulgular 78
4.2. TARTIŞMA 84
4.2.1. Nicel Analizlerden Elde Edilen Bulguların Tartışılması 84
4.2.2. Çözümün Açıklanması Yönünden GBT’deki Her Bir Sorudan Elde Edilen Bulguların Tartışılması 86
4.2.2.1. Birinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması 86
4.2.2.2. İkinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması 87
4.2.2.3. Üçüncü sorudan elde edilen bulguların tartışılması 89
4.2.2.4. Dördüncü sorudan elde edilen bulguların tartışılması 90
4.2.2.5. Beşinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması 91
4.2.2.6. Altıncı sorudan elde edilen bulguların tartışılması 93
4.2.3. Genel Anlamda Bulguların Tartışılması 94
SONUÇ VE ÖNERİLER 97
5.1. ARAŞTIRMANIN SONUÇLARI 97
5.2. ARAŞTIRMA BULGULARINA DAYALI ÖNERİLER 98

5.3. EĞİTİM UYGULAMALARINA DÖNÜK ÖNERİLER 99
5.4. SONRAKİ ARAŞTIRMALAR VE ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER 100
KAYNAKLAR 102
EKLER.. 112
ÖZGEÇMİŞ/VITAE 143

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Geometrik Düşünme Alışkanlıkları (GDA)…....................................... 12

Tablo 2.2. Dinamik Geometri Yazılımlarının Özellikleri….................................. 19

Tablo 3.1. Deney Modeli 29

Tablo 3.2. SM Destekli Eğitimlerin Haftalık Öğretim Akışı 32

Tablo 3.3. GSP Destekli Eğitimlerin Haftalık Öğretim Akışı 34

Tablo 3.4. Araştırmaya katılan gruplardaki öğrenci sayıları 35

Tablo 3.5. Cevabın doğruluğu yönünden kullanılan kategorilerin tanımları 39

Tablo 3.6. Çözümün açıklanması yönünden kullanılan kategorilerin tanımları 41

Tablo 4.1. Cevabın doğruluğu yönünden GBT ortalama puanlarındaki değişimin betimsel istatistikleri 47

Tablo 4.2. Çözümün açıklanması yönünden GBT ortalama puanlarındaki değişimin betimsel istatistikleri 47

Tablo 4.3. GBT cevapların doğruluğu için ön test-son test ortalama puanlarının t-testi sonuçları 48

Tablo 4.4. GBT çözümün açıklanması için ön test-son test ortalama puanlarının t-testi sonuçları 49

Tablo 4.5. GBT cevabın doğruluğu için ön test ortalama puanlarının bağımsız örneklemler t-testi sonuçları.. 50

Tablo 4.6. GBT çözümün açıklanması için ön test ortalama puanlarının bağımsız örneklemler t-testi sonuçları.. 50

Tablo 4.7. Cevabın doğruluğu yönünden GBT fark puanlarının eğitim türüne göre bağımsız örneklemler t-testi sonuçları 51

Tablo 4.8. Çözümün açıklanması yönünden GBT fark puanlarının eğitim türüne göre bağımsız örneklemler t-testi sonuçları 52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Geometer's Sketchpad sayfası 20
Şekil 3.1. 57 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap 40
Şekil 3.2. 59 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap 40
Şekil 3.3. 7 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap 40
Şekil 3.4. 62 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap........ 42
Şekil 3.5. 68 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap........ 42
Şekil 3.6. 39 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap........ 43
Şekil 4.1. 107 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap........ 55
Şekil 4.2. 23 numaralı katılımcının son test birinci soruya verdiği cevap 55
Şekil 4.3. 7 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap........ 56
Şekil 4.4. 34 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap........ 57
Şekil 4.5. 38 numaralı katılımcının son test ikinci soruya verdiği cevap 59
Şekil 4.6. 22 numaralı katılımcının son test ikinci soruya verdiği cevap 60
Şekil 4.7. 127 numaralı katılımcının ön test ikinci soruya verdiği cevap 61
Şekil 4.8. 27 numaralı katılımcının ön test ikinci soruya verdiği cevap 62
Şekil 4.9. 22 numaralı katılımcının son test üçüncü soruya verdiği cevap 64
Şekil 4.10. 28 numaralı katılımcının ön test üçüncü soruya verdiği cevap........ 64
Şekil 4.11. 28 numaralı katılımcının son test üçüncü soruya verdiği cevap 65
Şekil 4.12. 55 numaralı katılımcının ön test üçüncü soruya verdiği cevap........ 66
Şekil 4.13. 22 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap 68
Şekil 4.14. 12 numaralı katılımcının ön test dördüncü soruya verdiği cevap 69
Şekil 4.15. 58 numaralı katılımcının ön test dördüncü verdiği cevap........ 70
Şekil 4.16. 43 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap 71
Şekil 4.17. 63 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap 72
Şekil 4.18. 58 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap........ 74
Şekil 4.19. 107 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap........ 75
Şekil 4.20. 47 numaralı katılımcının son test beşinci soruya verdiği cevap 75
Şekil 4.21. 74 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap........ 76
Şekil 4.22. 29 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap........ 77
Şekil 4.23. 38 numaralı katılımcının son test beşinci soruya verdiği cevap 77
Şekil 4.24. 12 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap 80
Şekil 4.25. 124 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap 81
Şekil 4.26. 79 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap 81
Şekil 4.27. 55 numaralı katılımcının son test altıncı soruya verdiği cevap........ 82

GRAFİKLER LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 4.1. Katılımcıların Birinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 54

Grafik 4.2. Katılımcıların İkinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 58

Grafik 4.3. Katılımcıların Üçüncü Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 63

Grafik 4.4. Katılımcıların Dördüncü Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 67

Grafik 4.5. Katılımcıların Beşinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 73

Grafik 4.6. Katılımcıların Altıncı Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları 79

EKLER LİSTESİ

Sayfa No

Ek 1. Örnek Etkinlik 113

Ek 2. Geometri Başarı Testi Soruları 114

Ek 3. Somut Materyal destekli eğitimlerin haftalık uygulama süreci...................... 116

Ek 4. Geometer's Sketchpad destekli eğitimlerin haftalık uygulama süreci 123

Ek 5. Veri analizinde kullanılan kategori, tanım ve örnekler 131

KISALTMALAR

Akt.	: Aktaran
Bkz.	: Bakınız
DGY	: Dinamik Geometri Yazılımı
GBT	:Geometri Başarı Testi
GDA	: Geometrik Düşünme Alışkanlıkları
GSP	: Geometer’s Sketchpad
GSP-1	: Geometer’s Sketchpad 1. öğretim
GSP-2	: Geometer’s Sketchpad 2. Öğretim
İ.M.Ö.	: İlköğretim Matematik Öğretmenliği
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
SM	: Somut materyal
SM-1	: Somut materyal 1. Öğretim
SM-2	: Somut materyal 2. Öğretim
vd.	: ve diğerleri

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Öğrenciler matematik etkinliklerinde belirli işlemleri takip etmede, kuralları uygulamada veya matematiksel tanımlar yapmada; akıl yürütme, ilişkiler kurma, genellemeler yapma ve açıklama yapma becerileri gerektiren durumlara göre daha az zorlanmaktadırlar (Mistretta, 2000; Toluk Uçar, 2011; Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Matematiğin alt öğrenme alanlarından geometride de benzer bir durum söz konusudur (Jones, 2000). Matematik öğretim programının 2005 yılında değişmesi ile birlikte yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı benimsenmiş bu çerçevede öğrencilerde akıl yürütme becerileri ve kavramsal öğrenmeler geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda ortaokul matematik öğretim programı 2013 yılında yeniden güncellenmiş ve öğrencilerin araştırma yapabilme, keşfetme, problem çözme ve çözümleri üzerinde tartışabilmelerinin sağlanması vurgulanmıştır (MEB, 2009; 2013; Pesen, 2005).

Bütün alan eğitimlerinde olduğu gibi matematik eğitiminde de öğretim programlarının öğrencilerde geliştirmeye çalıştığı bazı beceriler ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin akıl yürütme, geometrik düşünme ve genelleme gibi beceriler geliştirmeleri bilgiyi ve geometrik fikirlerini anlamlı bir şekilde oluşturmaları ile ilgilidir (Driscoll vd. 2007). Bu becerilerin geliştirilmesinde öğrencilerin çözümleri üzerinde düşünebilmeleri ve ulaştıkları sonuçları geçerli ifadelerle sunabilmeleri de gerekmektedir (Cai, 2003). Bu noktada neden sorularının sıklıkla kullanımı büyük önem taşımaktadır (Sandborg, 1998). Yapılan bazı araştırmalar hem öğrencilerin hem de öğretmen adaylarının ikna edici bir dil kullanma ve açıklamalarında gerekçeler sunmada zorlandıklarını göstermiştir (Chick, 2003; Karakoca, 2011). Bununla birlikte farklı öğretim uygulamalarına yer verilen, öğretmen, aday öğretmen veya öğrencilerin açıklamalarını inceleyen araştırmaların yeterli sayıda olmadığı görülmüştür. Bu nedenle de somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı; açıklamalar temelinde gerekçelendirme, genelleme, ilişkilendirme becerilerinin gelişimini inceleyen deneysel çalışmaların yapılmasının gerekli ve önemli olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin matematik ve dolayısıyla geometriyi kavramsal olarak anlayabilmelerinde daha fazla düşünmelerini sağlayacak problemlerin çözüldüğü, derslerin farklı materyal ve teknolojilerle desteklendiği ortamlara ihtiyaç vardır (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; NCTM, 2000). Buna paralel olarak öğrencilerin kendi düşüncelerini oluşturabilmeleri için somut materyaller kullanılabilir veya açık uçlu sorular oluşturulup üzerinde tartışılabilir (Altun, 2005:31). Geometri öğretiminde ise geometrik düşünmenin gelişiminde dinamik geometri yazılımlarının kullanımı ön plana çıkmaktadır (Jones, 2000; Vatansever, 2007). Yapılan araştırmaların sonuçlarında öğretimlerde somut materyaller veya dinamik geometri yazılımlarının kullanılmasının faydalı sonuçlara yol açacağı ifade edilmesine karşın öğretim ortamlarında yeterince kullanılmadığı ve öğretmenlerin bu konuda yeterli donanıma sahip olmadıkları ortaya konulmuştur (Clements, 1999; Ersoy, 2003).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde bazı araştırmalarda somut materyaller veya dinamik geometri yazılımları kullanımının başarı ve tutumlara etkisinin araştırıldığı (Tutak, 2008; Vatansever, 2007) bazılarında ise öğrencilerin ispat yapabilme becerilerine (Richardson vd., 2010; Christou vd., 2004), geometrik düşünmeye (Choi Koh, 1999; Demir, 2010) veya açıklamalarına (Jones, 2000) etkilerinin araştırıldığı görülmüştür. Bu çalışmalarda somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının kullanımları farklı açılardan ele alınmıştır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde ağırlıklı olarak öğrencilerin başarıları üzerindeki etkilere odaklanıldığı; öğretmen ve öğretmen adaylarının geliştirilmesine dönük çalışmalarınsa daha az olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının farklı materyaller kullanabilme becerileri ve tutumları gelecekte gerçekleştirecekleri eğitimlerini de etkileyecektir (Akkan ve Çakıroğlu, 2011). Öğretmen adaylarının farklı materyallerle desteklenmiş kavramsal öğrenme süreçlerine dâhil edilmeleri öğretmenlik yaparken öğrencilerine de benzer ortamlar sağlamaları için fırsatlar oluşturabilecektir. Bu çerçevede öğretmen adaylarının somut materyaller ve dinamik geometri yazılımları ile desteklenmiş öğretimler gerçekleştirmeleri sağlanmalıdır.

1.1. PROBLEM DURUMU

Matematik ve alt öğrenme alanı geometriye dair öğrencilerin bilgi ve beceriler geliştirmelerinde öğretmenlerin etkisi büyüktür. Özellikle geometri alanında öğrencilerin açık uçlu geometri problemleri üzerinde derinlemesine düşünmeleri, çözümlerini tartışmaları ve ikna edici matematiksel bir dille ifade edebilmeleri öğretmenlerinin repertuarlarının zenginliği ile doğrudan ilgilidir. Bu noktada yenilikçi yaklaşımları benimseyen, öğretimini somut materyaller ve teknolojiyle zenginleştiren öğretmenler yetiştirilmesi gereği ön plana çıkmakta dolayısıyla da öğretmen yetiştirme kurumlarında verilen eğitimler önemli hale gelmektedir. Matematik öğretmen adaylarının eğitimlerinde somut materyaller ve dinamik geometri yazılımları kullanabilecekleri ve çözümlerinde ikna edici açıklamalar sunabilecekleri etkinliklere yer verilmesi yararlı sonuçlar doğuracaktır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bazı araştırmalarda somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı (Aydoğan, 2007; Christou vd., 2004; Demir, 2010; Empson ve Turner, 2006; Jones, 2000; Olkun, 2003; Tutak, 2008; Ubuz vd., 2009) bazı araştırmalarda ise matematiksel açıklamalarının incelendiği (Jones, 2000; Hanna, 2000; Toluk Uçar, 2011) görülmüştür. Buna karşın somut materyal ve dinamik geometri yazılımları kullanımının öğretmen adaylarının açıklamalarına etkisini araştıran deneysel herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Bu çalışmada matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencileri somut materyal ve Geometer’s Sketchpad destekli eğitim alan gruplara ayrılmış ve açık uçlu geometri problemleri içeren etkinlikler yoluyla öğrencilerin açıklamalarındaki değişim incelenmiştir. Bu çerçeve de araştırma kapsamında aşağıdaki probleme yanıt aranmıştır:

“Somut materyal ve Geometer’s Sketchpad destekli eğitimlerin matematik öğretmenliği öğrencilerinin başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına etkisi nedir?” Bu problem cümlesi temelinde araştırmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Matematik öğretmenliği öğrencilerinin geometri başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına SM ve GSP destekli eğitimlerin anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. SM ve GSP destekli eğitim alan öğrencilerin geometri başarıları ve çözümlerini açıklamaları yönünden puanlarındaki değişim arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. SM ve GSP destekli eğitimlerin öğrencilerin geometri başarı testindeki açık uçlu sorulara yaptıkları açıklamalarına anlamlı bir etkisi var mıdır? Bu açıklamaların niteliği SM ve GSP destekli eğitimlerden nasıl etkilenmektedir?

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı somut materyaller ve GSP destekli eğitimlerin matematik öğretmenliği öğrencilerinin başarılarına ve açık uçlu geometri problemlerini çözerken yaptıkları açıklamalara etkisini incelemektir.

1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Matematik öğretiminde bireylerde akıl yürütme ve problem çözebilme gibi becerilerin geliştirilmesi çok önemlidir. Benzer şekilde geometri alanında geometrik düşünme alışkanlıkları geliştirilmesi, genellemeler yapılması ve çözümlerine ikna edici gerekçeler, açıklamalar sunabilmesi geometri öğretiminin temel amaçlarındandır. Tüm bunları sağlamada öğretmenlerin eğitimleri sırasında geçirdikleri öğrenme yaşantılarının zenginliği ön plana çıkmaktadır. Öğrenimleri boyunca bilgileri kavramsal olarak edinmeyen öğretmenlerin öğrencilerinin kavramsal bilgiler edinmelerini sağlaması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle de öğretmenlerin yetiştirildiği üniversite eğitimleri sırasında farklı materyalleri kullanabildikleri ve düşünme becerileri geliştirebilecekleri öğrenme yaşantıları geçirmesi gerekmektedir.

Öğrencilerin veya öğretmen adaylarının doğru bir matematiksel dil kullanabilmeleri ve açıklamalar yapabilmeleri bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına bağlıdır. Yeşildere ve Türnüklü (2007) öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin zayıf olduğunu ve bunun açıklamalar sunma ve matematiksel ikna edici bir dil kullanma ile ilgili olduğunu ifade etmektedir. Bu noktada somut materyaller veya dinamik geometri yazılımlarının olumlu etkilerinin olacağı söylenebilir. Somut materyaller ve bilgisayar destekli ortamların akıl yürütme becerilerini geliştirmeye ortam oluşturduğu (Olkun, 2003), dinamik geometri yazılımlarının matematiksel açıklamalar yapabilmeye olumlu etkilerinin olduğu (Güven ve Karataş, 2009) veya somut materyallerin daha gelişmiş çözümler üretmeye olanak sağlayabileceği (Empson ve Turner, 2006) araştırmalarca ortaya konmuştur. Bu araştırmalara dayanarak öğretmenlerin hem teknoloji hem de materyal kullanma becerilerinin geliştirilebilmesi için özel öğrenme ortamlarının tasarlanmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Yukarıda bahsedilen durumlar dikkate alındığında matematik ve özellikle geometri de ikna edici açıklamalar yapmanın hem kavramsal öğrenmeler hem de akıl yürütmeler açısından önemli olduğu buna karşın literatürde açıklamalar konusunu ele alan sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmanın Somut materyal ve Geometer's Sketchpad yazılımını içermesi ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen deneysel bir çalışma olmasının ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları, çözümlerinde ikna edici açıklamalara yer vermelerini sağlamak amacıyla etkinlikler gerçekleştirilmiştir. SM ve GSP yazılımı kullanımının yanında açıklamaların tek bir çalışmada ele alınmasının yapılacak araştırmalara katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

1.4. ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI

- Araştırmada kullanılan "Geometri Başarı Testi" öğrencilerin başarılarını ve açıklamalarını ölçmede yeterli veri sağlamaktadır.
- Öğrenciler geometri başarı testindeki problemleri dikkatli ve samimi bir şekilde yanıtlamışlardır.

İKİNCİ BÖLÜM
KAYNAK ÖZETLERİ

Tezin bu bölümünde çalışmanın kuramsal arka planı sunulmaktadır. Öncelikle matematik öğretiminde kavramsal öğrenmelerin önemi ele alınmış, daha sonra geometrik düşünme ve geometrik düşünme alışkanlıkları temelinde literatürden bazı bilgiler sunulmuştur. Bir sonraki bölümde somut materyaller ve dinamik geometri yazılımlarının matematik öğretimindeki yeri ele alınmıştır. Son olarak da geometri problemlerinin çözümlerinde açıklamaların önemi ve literatürdeki yerine yer verilmiştir.

2.1. MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE KAVRAMSAL ÖĞRENME

Ülkemizde yenilenen matematik programında öğrencilerden zihinsel ve fiziksel olarak aktif, düşünme becerileri gelişmiş, sorgulayan, problem kuran ve çözebilen, matematiksel kavramlardaki ilişkileri keşfedebilen, işbirliği yapabilen ve akıl yürütmeler gerçekleştirebilen bireyler olmaları beklenmektedir (Bekdemir, Okur ve Gelen, 2010). Bu anlayışların benimsenmesi ve istenilen becerilerin kazanılmasında öğretmenlerin matematiksel bilgiyi nasıl anlamlandırdıkları ve öğrencilerine bu becerileri kazandırmadaki yetkinlikleri büyük önem taşımaktadır. Matematiksel bilginin yalnızca kurallar, semboller ve doğru sonuca götüren işlemler bilgisi olduğunu düşünen öğretmenlerin öğrencilerine kavramsal anlamalar temelinde bir öğretim tasarlaması mümkün olamamaktadır (Toluk Uçar, 2011). Bu anlamda öğretmenlerimizin hem iyi bir pedagojik alan bilgisine hem kavramsal–işlemsel bilgiler anlamında derin bir kavrayışa sahip olması gerekmektedir.

Matematik eğitimi alanında kavramsal ve işlemsel anlamalar üzerinde yoğunlaşan bazı çalışmalar iki anlama türünün ayırt edici özelliklerini şu şekilde ortaya koymaktadırlar: İşlemsel anlama; işlemsel bilgi ve beceriler, sembol ve kuralların hatırlanması ve bazı prosedürel adımların takip edilmesini ve alıştırmalar yapılmasını; kavramsal anlama ise kural, kavram ve genellemelerin anlamlarını, aralarındaki ilişkileri ve işlemlerin altında yatan anlamları içermektedir (Bekdemir vd., 2010; Skemp, 1976). Başka bir ifadeyle işlemsel anlama "ne" ve "nasıl" bilgisi ya da "nedensiz kurallar bilgisini" ; kavramsal anlama ise "ne" ve "nasıl" sorularının altında yatan anlamları gerekçeleriyle birlikte bilmeyi ifade etmektedir (Kınach, 2002; Toluk Uçar, 2011). Bununla birlikte işlem bilgisinin anlamsız veya gereksiz olduğu söylenemez. Kavramsal ve işlemsel bilgiler birbiriyle ilişkili olup kavramsal bilgi önceden kazanılmış işlemsel bilgiyi de içermektedir (Baki ve Kartal, 2004). Matematik sınıflarında öğretmenlerin her iki anlama türünü geliştirecek şekilde öğretimlerini gerçekleştirmesi; öğrencilerin hem işlemsel bilgileri edinmesine, hem de matematik yaparken niçin ve neden sorularını sorma tutumu kazanmalarına yardımcı olacaktır.

Matematiksel bilginin öğretiminde kavramsal-işlemsel yapıların anlamını ve ayrımını iyi bilen öğretmenlerin daha başarılı öğretimler gerçekleştirmeleri mümkün olabilmektedir. Bu noktada öğretmenler, öğrencilerinde akıl yürütmelere dayalı düşünme alışkanlıkları geliştirmeli (Peretz, 2006) ve kavramsal düzenlemelerin ağırlıklı olduğu öğrenme ortamları oluşturarak öğrencilerin bilişsel becerilerinin gelişmesini sağlamaya çalışmalıdır (Mistretta, 2000). Bu aşamada öğretmenlerin iyi bir pedagojik alan bilgisine sahip olması ön plana çıkmaktadır (Shulman, 1987). Bir öğretmenin matematiksel bilgi hakkındaki tutum ve algılayışı onun öğretimini doğrudan etkileyebilmektedir. Örneğin bir öğretmen matematiksel bilgiyi yalnızca hatırlanması gereken formüller, doğru sonuca hızlı bir şekilde ulaşmayı sağlayacak adımların bilinmesi olarak görüyorsa, matematik derslerinde vurguladığı, önem verdiği noktalarda bu algılayışına paralel olabilmektedir (Thompson vd., 1994; Toluk Uçar, 2011). Bu nedenle de matematik öğretmenlerinin üniversite eğitimi aşamasında bilginin farklı temsil ve anlamlarını değişik öğrenme yöntemleri yardımıyla öğrenmeleri gerekmektedir. Kavramsal ve işlemsel bilgilerin sınıflarda dengeli bir şekilde, farklı materyaller ve etkili öğretim yöntemleriyle sunulmasının öğretmen adaylarının matematik ve geometri de akademik bir dil kullanabilmeleri, kendilerinin ve dolayısıyla da öğrencilerinin akıl yürütme, gerekçelendirme, açıklama yapma gibi beceriler kazanmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

2.2. GEOMETRİK DÜŞÜNMENİN GELİŞİMİ

Geometri bireyin çevresi hakkında yorum yapabilmesini sağlamakla birlikte uzay ve şekil kavramlarını içermekte, gerçek yaşam problemlerini yorumlamada ve çözmede katkı sağlamaktadır (NCTM, 2000). Buna karşın öğrencilerin birçoğunun geometriyi kavramada zorluklar yaşadığı ve öğrenmede düşük performans gösterdiği birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bu zorlukları aşmada öğrencilerin geometrik düşünmelerini geliştirici etkinliklere yer verilmesi öğretmenlere kolaylık sağlayacaktır (Bulut ve Bulut, 2012). Ayrıca öğrencilerde geometrik düşünmenin geliştirilmesi için geometrik düşünme düzeylerine uygun olarak eğitim yapılması gerekmektedir (Bal, 2012; Erdoğan ve Durmuş, 2009; Olkun, Toluk ve Durmuş, 2002). Bu eğitimleri gerçekleştiren öğretmenlerin öğrencilerine geometrik düşünme becerileri kazandırabilmeleri öncelikle kendilerinin yeterli geometrik düşünme becerilerini kazanmış olmalarına bağlıdır (Olkun, Toluk ve Durmuş, 2002). Bu becerilerin kazanılmasında öğretmenlerin geometri problemlerini farklı temsil biçimlerinde sunmaları ve öğrencilerin farklı çözüm yolları üzerinde düşünebilmelerine fırsat vermeleri önem taşımaktadır. Geometri problemleri yardımıyla sorgulamalar yapılan sınıflarda öğrencilerin geometriyi etkin bir şekilde anlamaları ve geometrik düşünme becerileri kazanmaları mümkün olabilecektir (Driscoll vd., 2007). Bu çerçevede geometrik düşünmeyi temel alan etkinliklere yer verilmesinin geometrik düşünme becerilerinin gelişmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Etkin bir düşünme için bireyin üst düzey düşünme becerilerine temel teşkil eden özelleştirme, çıkarımda bulunma, genelleme, tahmin etme, hipotez üretme gibi becerileri sergilemesi gerekmektedir (Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Matematik ve geometride problemlerin sadece belirli kural veya işlem adımlarının takip edilerek çözülmesi yoluyla etkin bir düşünme eyleminin gerçekleşemeyeceği açıktır. Bu çerçevede problemler yardımıyla gerekçelendirmeler yapılması, çeşitli temsil biçimlerinin sunulması ve problemler oluşturulması öğrencilerin daha fazla düşünmelerine imkân sağlayabilecektir (Cai, 2003).

Bireylerde geometrik düşünmenin geliştirilebilme yolları ve geometrik düşünmelerin hangi düzeylerde gerçekleştiği birçok araştırmaya konu olmuştur (Driscoll vd., 2007; Fidan ve Türnüklü, 2010; Mistretta, 2000; van Hiele, 1986). Geometrik düşünmenin nasıl ve hangi düzeylerde gerçekleştiğine ilişkin kabul gören modellerden biri Hollandalı eğitimciler Pierre ve Dina Van Hiele Geldof tarafından ortaya konulan “Van Hiele Geometrik Düşünme Modeli” dir. Bu modelde bireylerin geometrik düşünmelerini açıklamak için hiyerarşik bir yapıdaki beş geometrik düşünme düzeyi belirlenmiştir (Usiskin, 1982; Van Hiele, 1986). Bu düzeyler sırayla 1. Düzey (Görsel Düzey), 2. Düzey (Analitik Düzey), 3. Düzey (İnformal tümdengelim veya yaşantıya bağlı çıkarım), 4. Düzey (Formal Tümdengelim veya Çıkarım) ve 5. Düzey (En İleri Dönem) olarak sunulmuştur.

1. Düzey (Görsel Düzey): Bu düzeyde yer alan öğrenciler bir şekli görünüşüne göre tanır fakat o geometrik şeklin bileşenlerini ayırt edemez ve bir sınıfın parçası olduğunu göremez. Karenin bir masaya benzemesi yoluyla bir kare olduğunu tahmin edebilirler. Geometrik şekillerle somut deneyimlerin gerçekleştirilmesi bu düzeye uygun düşünme becerilerinin kazanılmasını sağlayacaktır (Bulut ve Bulut, 2012; Mistretta, 2000; Van Hiele, 1986).

2. Düzey (Analitik Düzey): Bu düzeydeki öğrenciler geometrik kavramlar ve şekiller hakkında formal olmayan akıl yürütmeler gerçekleştirebilirler. Şekilleri parça ve özelliklerine göre karşılaştırabilir ve açıklayabilir fakat şekiller arasındaki ilişkileri belirleyemezler. Örneğin bir karenin özelliklerini bilirler fakat dikdörtgenle arasındaki ilişkileri kuramazlar (Altun, 2005; Usiskin, 1982).

3. Düzey (İnformal tümdengelim veya yaşantıya bağlı çıkarım): Öğrenciler bu düzeyde şekillerin özelliklerini mantıksal olarak sıralayabilir ve soyut tanımlar oluşturabilirler. Ayrıca benzer özellikleri taşıyan şekiller arasındaki ilişkileri belirleyebilirler. Örneğin bir karenin aynı zamanda özel bir dikdörtgen olduğunu kavrayabilirler (Mistretta, 2000; Usiskin, 1982).

4. Düzey (Formal Tümdengelim veya Çıkarım): Bu düzeyde yer alan öğrenciler mantıksal kanıtlar sunabilir ve akıl yürütmeler gerçekleştirebilirler. Aksiyom, teorem ve tanımlara dayalı yapılan kanıtların anlamını kavrayabilirler. Tümdengelim yoluyla başka teoremleri ispatlayabilir ve geometri de aksiyom, teorem ve ispatın rolünü anlayabilirler (Altun, 2005; Fidan ve Türnüklü, 2010).

5. Düzey (En İleri Dönem): Bu düzeyde öğrenciler farklı aksiyomlara dayalı farklı geometrileri karşılaştırabilir ve geometride somut modeller olmadan da çalışabilirler. Onlar aksiyomlar kümesinin tutarlılığını, farklı aksiyomların denkliğini

kurabilirler ve yeni bir aksiyomatik sistem oluşturabilirler. Öğrenciler bu düzeyde geometriyi bir bilim olarak çalışabilir ve soyut çıkarımlarda bulunabilirler (Bulut ve Bulut, 2012; Fidan ve Türnüklü, 2010; Usiskin, 1982).

Van Hiele geometrik düşünme modeline göre bireyler bir düzeyi başarmadan diğer bir düzeye geçememektedir. Geometrik düşünme düzeylerinin göstergelerinin bilinmesi ile birlikte geometrik düşünmelerini geliştirecek ve her bir düzeye uygun dil ve kavramların kazandıracak etkinlikler yapılması gerekmektedir (Usiskin, 1982). Bir düzeyi ilgilendiren bir etkinliğin gerçekleştirilmesi yeni bir düzeye geçmede kolaylık sağlamaktadır (Altun, 2005: 266; Mistretta, 2000; Usiskin, 1982). Bunun içinde öğretmenler öğrencilerinin hangi geometrik düşünme düzeyde bulunduğunu belirlemeli ve zengin öğrenme fırsatları sunabilecek ortamlar hazırlamalıdır (Olkun, Toluk ve Durmuş, 2002). Geometrik düşünmelerin gelişiminde dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin yaptıklarını matematiksel ifadelerle açıklayabilmelerine fırsatlar oluşturduğu (Jones, 2000) bazı araştırmalarca ortaya konmuştur.

Öğrencilerin geometrik düşünme becerileri ile ilgili olarak van Hiele geometrik düşünme modelinin yanı sıra geometrik ve matematiksel zihin alışkanlıklarını inceleyen önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda matematiksel zihin alışkanlıkları ve geometrik düşünme alışkanlıklarının öğrencilerde geliştirilebilmesi için öğretim ortamlarının nasıl tasarlanması gerektiği, etkinliklerin hangi prensiplere göre gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Matematiksel zihin alışkanlıkları ile ilgili olarak Cuoco, Goldenberg ve Mark (1996) önemli bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada öğretim programlarının düzenlenmesinde öğrencilerin matematiksel zihin alışkanlıkları edinebilmeleri için bazı önerilerde bulunmuşlardır. Öğrencilerde geliştirilmesi gereken matematik alanına özgü zihin alışkanlıkları; matematiksel yaklaşımları destekleyecek bazı geometrik düşünme alışkanlıkları ve geometrik yaklaşımları tamamlayan bazı cebirsel düşünme yollarıdır. Okuldaki her ders ve akademik deneyim iyi matematiksel düşünme alışkanlıklarının edinilmesi için öğrencilere yardım etmede bir fırsat olarak değerlendirilmelidir. Matematiksel zihin alışkanlıkları (Mathematical Habits of Mind) kazandırılırken öğrencilerin birer örüntü takipçisi, deneyci, tanımlayıcı, mucit, ayarlayıcı, görselleştirici, varsayımcı ve tahminci olmaları sağlanmalıdır (Cuoco vd. 1996). Benzer şekilde öğrenme ortamlarında gerçek yaşam problemlerine yer verilmesi, yapı ve örüntülerin aranması, iletişimler kurulması, ikna edici matematiksel bir dil kullanılması, kanıtlar aranması ve analiz edilmesi, genellemeler yapılması matematiksel ve geometrik zihin alışkanlıklarının yeterli ve kalıcı bir şekilde edinilmesini sağlayabilir (Lim ve Selden, 2009).

Matematiksel zihin alışkanlıklarının yanında geometrik düşünme alışkanlıkları üzerinde önemli bir çalışma da Driscoll ve arkadaşları (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma da geometrik düşünmenin geliştirilmesi için bir geometrik düşünme alışkanlıkları (Geometric Habits of Mind) çerçevesi geliştirilmiştir. "Geometrik Düşünmenin Geliştirilmesi" (Fostering Geometric Thinking) adlı kitaplarında her bir geometrik düşünme alışkanlığının gerekçelerini, göstergelerini örnek etkinliklerle zenginleştirerek sunmuşlardır. Geometrik düşünme alışkanlıkları çerçevesini oluştururken şu dört ölçütü göz önünde bulundurmuşlardır:

- Her bir GDA önemli matematiksel düşünmeyi temsil etmelidir. Biz çerçevemizde geometrik düşünmenin önemli izlerini yansıtmaya özellikle de öğrencilerin geometri problemleri çözmelerine katkıda bulunmaya çalıştık.
- Her bir GDA geometrik düşünmenin gelişimi ve geometri öğrenimi hakkında yapılmış araştırmaların bulguları ile ilişkili olmalıdır. Biz öğretmenlerin bu sayede öğrencilerinin gelişimi sırasında karşılaştıkları zorluklar üzerinde ortak bir anlayış geliştirmelerini sağlamaya odaklandık.
- Her bir GDA'nın delilleri öğrenci ve öğretmenlerin çalışmalarında görünmelidir. Bu amaçla biz beşinci sınıftan onuncu sınıfa kadar öğrencilerin çalışmalarında geometrik düşünmenin izlerini görünür kılmayı sağlamaya çalıştık.
- GDA öğretimsel etkinliklerin içine katılmalıdır. Bizim temel ilgimiz öğretmenlerin kendilerinde ve öğrencilerinde geometrik düşünmeyi geliştirmelerini sağlamaya yardım etmektir. Her bir GDA, üretken sorularla -örneğin öğrencilere soru sorulması; problem tasarlama ve uyarlamaya amacıyla ipuçları vermek gibi- öğretimsel stratejiler yardımıyla bir yol göstermeye çalışır. (Driscoll vd. 2007: 9-10).

Geometrik düşünmeye temel oluşturan GDA hiyerarşik bir yapı göstermemektedir. GDA çerçevesini oluşturan dört öğe "İlişki Kurarak Muhakeme Etme", "Sabitlerin İncelenmesi", "Geometrik Fikirlerin Genelleştirilmesi" ve "Dengeleme Keşfetme ve Yansıtma" şeklindedir. Her bir GDA'nın tanımı, göstergeleri ve GDA'ları ortaya çıkaran sorular Tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1. Geometrik Düşünme Alışkanlıkları (GDA), (Driscoll vd. 2007)

	Tanım	GDA'yı ortaya çıkaran sorular
İlişki kurarak muhakeme etme	Aktif bir şekilde geometrik şekiller arasındaki ve şekillerin kendi içerisindeki ilişkileri (eşlik, benzerlik, paralellik gibi) aramaktır. Bu çerçevede - Ayrı ayrı şekiller, - Şeklin bütünü ve parçaları, - Kavramlar (örneğin alan, çevre, açı gibi.) arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmalıdır.	• Şekillerin benzer yönleri nelerdir? • Şekillerin benzer yönleri kaç farklı yolla ortaya konabilir? • Şekillerin farklı yönleri nelerdir? • Elimdeki şekil üzerinde nasıl bir değişiklik yaparsam bu şekil diğer bir şekle dönüşebilir? • Ben bu ilişkiyi farklı boyutta düşünürsem ne olur? **Göstergeler** - Şekillerin ortak özelliklerinin kümesini yazar. - Daha büyük bir şekil içerisinde şekiller oluşturur. - Simetri dönüşümünü kullanarak neden sonuç ilişkisine bakar.
Sabitlerin incelenmesi	Bir şeklin dönüşümler (yansıma, dönme, parçalara ayırma gibi) sonucu hangi özelliklerinin değiştiğinin incelenmesidir. Diğer şeyler değişse bile sabitler değişmez. Bir geometrik şeklin aşağıdaki özellikleri geometrik dönüşümler sonucu sabit kalabilir: - Şeklin yönü ve konumu, - Alanı, çevresi veya hacmi, - Kenar uzunlukları veya kenar uzunluklarının oranı, - Açılar.	• Şekil bir noktadan diğer bir noktaya nasıl taşındı? • Neler değişti? Niçin? • Neler değişmedi? Neden? **Göstergeler** - Sorulmadan dönüşümleri gerçekleştirir. - Dönüşümleri yaparken aykırı durumları da dikkate alır. - Dönüşüm sırasında özelliklerin hepsinin değişmediğini fark eder.
Geometrik fikirlerin genelleştirilmesi	Geometri kavramlarının ve işlemlerinin her zaman ve hepsinin geçerli olduğu durumları anlamak ve tanımlamaktır. Genelleme süreci aşağıdaki süreçlerden geçerek ilerler: - "her zaman", "hepsi", " kaç durum" için varsayımlarda bulunulması, - Varsayımların test edilmesi, - Test sonuçlarına bakarak varsayımlar hakkında sonuçlar çıkarmak, - Sonuçları desteklemek için ikna edici fikirler öne sürmek.	• Bu durum her zaman oluyor mu? • Neden her durumda gerçekleşiyor? • Bu durumun geçerli olmadığı örnekler bulabilir miyim? • Bu durum başka boyutlarda da geçerli olabilir mi? **Göstergeler** - Bir çözüm yolu kullanarak başka bir çözüm yolu oluşturur. - Bir problemin verildiği ortamın değiştiği durumlarda ne olacağını merak eder. - Bütün şekiller için geçerli olabilecek bir kuralın farkına varır.
Dengeleme keşfetme ve yansıtma	Farklı yaklaşımlar kullanarak (çoğunlukla öne sürülen hipotezlere bağlı olarak) ve düzenli olarak bir adım geriye çekilerek neler öğrenildiğinin üzerine düşünme. - Hipotezler ve bu hipotezlerden öğrenilen sonuçların verilen şekle yansıması arasında bağlantı kurabilmedir.	• Eğer bir şekil çizsem, işlemleri tersten takip ederek sağlamasını yapsam veya başka bir şey yapsam ne olurdu? • Bu yaptığım işlem bana ne anlatıyor? **Göstergeler** - İddiaları, tanımları ve hipotezleri kullanarak çözümü bulmaya rehberlik eder. - Düzenli olarak kurulan hipotezin değerini değerlendirir. - Eldeki hipotezi gerektiği zaman değiştirir ve yeni hipotezler kurar.

Driscoll ve arkadaşları (2007) öğretmen ve öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanması için her bir GDA'yı detaylı bir şekilde tanımlamışlar ve rutin olmayan geometri problemlerine yer vermişlerdir. Ayrıca sorgulama, tahmin etme, genelleme, gerekçeler sunma, kavramlar arası ilişkiler kurma gibi becerilerin kazanılmasını sağlayacak etkinlikler ve somut materyaller ve dinamik geometri yazılımları kullanımını içeren örnek uygulamalara yer verilmiştir.

GDA çerçevesi tezin amacına uygun olup ve yapılan etkinliklere dayanak oluşturmaktadır. Etkinlikler yardımıyla öğrencilerin GDA kazanmaları ve açıklamalarında matematiksel ikna edici bir dil kullanabilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin geometri kavramları arasındaki ilişkileri keşfedebilmeleri ve bu ilişkileri matematiksel geçerli ifadelerle destekleyebilmelerinin geometrik düşünmelerin birer yansıması olacağı düşünülmektedir.

İlköğretim matematik öğretmenliği (İ.M.Ö.) öğrencilerinin hem geometri başarılarının artması hem de hem de geometrik düşünme alışkanlıklarını kazanmaları için somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının yer aldığı öğretim uygulamalarına yer verilmelidir. Somut materyaller ve dinamik ortamlar uygun bir şekilde kullanıldığında geometrik kavramların yapılandırılmasında sayısız deneyim ve fırsatlar sunabilmektedir (Güven ve Karataş, 2009). Örneğin kâğıt katlama yoluyla yeni şekiller oluşturulabilmekte; döndürme, öteleme, yansıma dönüşümleri altında şekillerin değişen veya sabit kalan özellikleri incelenebilmektedir (Empson ve Turner, 2006). Benzer şekilde bir dinamik geometri yazılımı yardımıyla istenilen özelliklere sahip bir şekil oluşturulabilmekte, şekil üzerinde gerçekleştirilen sayısız denemeler yoluyla geometrik genellemelere ulaşılabilmektedir. Bu nedenlerle somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı etkinliklere yer verilmesi öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmalarını sağlayabilecektir.

2.3. MATEMATİK VE GEOMETRİ ÖĞRETİMİNDE SOMUT MATERYAL KULLANIMI

2.3.1. Materyal Kullanımı ve Önemi

Günümüz çağdaş eğitim yaklaşımları, hızla değişen ve gelişen dünyamızda bireylerin karşılaştıkları problem durumlarını çözebilmelerini, okul sürecinde kazandıkları bilgilerini günlük yaşamlarında kullanabilmelerini hedeflemektedir. Öğrencilerin problem çözme becerileri kazanması, matematik ve geometrideki başarılarının artması için matematik sınıflarında daha fazla düşünmeye yol açacak farklı öğretim uygulamalarına ver verilmesi ve öğretimi destekleyecek araç ve materyal kullanılması önerilmektedir (Bayram, 2004; MEB, 2009). Bu doğrultuda matematiksel kavramların öğretiminde gerçek ve somut yaşam deneyimlerine yer verilmesi, öğretimin somuttan soyuta doğru bir şekilde yürütülmesi ve sınıf ortamlarında somut ve teknoloji destekli materyallerin kullanılması gerekmektedir (Akkan ve Çakıroğlu; 2011; MEB, 2009; NCTM, 2000).

Matematik eğitiminde materyal kullanımını inceleyen birçok araştırma yapılmıştır (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Hacıömeroğlu ve Apaydın, 2009; Bayram, 2004; Bohning ve Althouse, 1997; Bozkurt ve Polat, 2011; Clements, 1999; Fuson ve Briars, 1990; Gürbüz, 2007; Kamina ve Iyer, 2009; Moyer, 2001; İnan, 2006; Olkun, 2001; Özdemir, 2008; Thompson, 1994; Tutak, 2007; Yıldız, 2009). Bu araştırmalara bakıldığında bazı araştırmaların materyallerin somut ve sanal manipülatif olarak matematik öğretimindeki yerini ele aldığı (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Clements, 1999; Kamina ve Iyer, 2009; Moyer, 2001); bazı araştırmalarda deneysel yöntemlerle materyallerin matematik ve geometri öğrenmelerine etkilerinin incelendiği (Bohning ve Althouse, 1997; Boyraz, 2004; Erdoğan, 2007; Hacıömeroğlu ve Apaydın, 2009; Olkun, 2001; Tutak, 2007) bazı araştırmalarda ise materyal tasarımı ve kullanımının ele alındığı görülmektedir (Çekirdekçi ve Toptaş, 2011; Gürbüz, 2007; İnan, 2006; Özdemir, 2008).

Araştırmalar matematik derslerinin farklı materyallerle zenginleştirilmesinin kavramsal öğrenmeler açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Olkun (2001) araştırmasında birim küp kullanımının öğrencilerin hacim kavramını yapılandırılmalarında etkili olduğu ve öğrencileri uygun zihinsel faaliyetlere kattığını ortaya koymuştur. Bir sonraki kısımda tezin amacına dönük olarak somut materyallerin kullanımı üzerinde durulacaktır.

2.3.2. Öğretimde Somut Materyal Kullanımı

Matematik ve geometri öğretiminde öğrencilerin akademik başarılarının artması, matematiksel kavramların anlamları üzerinde daha fazla düşünebilmeleri ve bilgileri arasında ilişkiler kurabilmesi için sınıf ortamında kullanılabilecek farklı materyaller bulunmaktadır (Bayram, 2004; İnan, 2006). Materyal kavramı bazı araştırmalarda "manipulatif" bazılarında ise "nesne", "model" kavramlarıyla ifade edilmiştir (Clements, 1999; Olkun ve Toluk Uçar, 2007: 40). Öğretim materyalleri, soyut kavramların etkili öğretiminde öğreticiye yardımcı olan somut malzemeler, araç-gereçler veya bilgisayar ortamlarında oluşturulmuş sanal öğretim yazılımlarını ifade etmektedir (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Bozkurt ve Akalın, 2010). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) 2000 yılında yayınladığı standartlarda somut materyalleri; matematikteki soyut düşünce ve kavramların öğrencilerce somutlaştırılmasında kullanılan, model veya temsil olarak öğrencilerin dokunabileceği, hissedebileceği, tutabileceği veya hareket ettirebileceği nesneler olarak tanımlamaktadır (NCTM, 2000). Moyer (2001) de somut materyalleri, soyut matematik kavramlarının temsil edilmesi ve somutlaştırılması için tasarlanan, öğrencilerin duyularını harekete geçiren, görsel ve hareket ettirilebilen nesneler olarak ifade etmiştir. Materyaller sınıf dışından temin edilebilen, boncuk, çubuk gibi malzemeler, özel olarak matematik dersi için üretilmiş birim küp, örüntü blokları, tangram, geometri şeritleri gibi öğretim araçları veya sanal ortamda üretilen çeşitli yazılımları da kapsamaktadır (Bozkurt ve Akalın, 2010; Hacıömeroğlu ve Apaydın, 2009).

Van De Walle matematik öğretiminde soyut olan bir kavramın öğrenciye doğrudan gösterilmesinin mümkün olmadığını ve kavramı temsil edecek çeşitli materyallere ihtiyaç olduğunu, öğrencilerin bu materyallerle girdiği etkileşim sonucunda soyutlama işlemini gerçekleştireceğini belirtmiştir (Akt. Olkun ve Toluk Uçar, 2007: 39). Somut materyallerin etkili bir şekilde kullanımı öğrencilerin derse ilgisinin çekilmesine ve kendi kavramsal bilgilerini yapılandırmalarını sağlayabilir. (MEB, 2009). Matematik öğretiminde somut materyal kullanımının faydaları birçok bilimsel çalışmada ele alınmıştır:

1. Matematiksel akıl yürütmeye ve kavramlar arası ilişkileri keşfetmeye yardımcı olur (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Olkun ve Toluk Uçar, 2007),
2. Öğretmen tarafından etkili kullanılabildiğinde matematiğe yönelik olumlu tutum kazanılmasına yardımcı olabilir, akılda tutma becerilerini ve akademik başarıyı geliştirebilir (Clements, 1999),
3. Öğrenciler bazı somut materyallerle oluşturma etkinliklerinde materyallerdeki farklı örüntüleri keşfetme olanağı bulmaktadır. Örneğin bir A4 kâğıdının çeşitli kesme ve katlamalar yardımıyla bir fraktal modeli haline getirilmesi veya bir karenin katlanması sonucu oluşan bölge sayılarının incelenmesi sürecinde öğrencilerin hem çarpımsal düşünme becerileri hem de soyutlama becerileri birlikte gelişecektir (Empson ve Turner, 2006; Karakuş, 2010),
4. Öğrencilerin akıl yürütmenin önemli bir bileşeni olan çarpımsal düşünme becerileri geliştirmesinde fayda sağlayabilir. Basit bir kâğıt katlama etkinliğinde oluşabilecek bölgelerin sayısı ve özeliklerinin sorgulanması buna örnek olarak verilebilir (Empson ve Turner, 2006),
5. Birçok geometri konusunun anlamlı öğrenilmesine, geometrik yapılar arasındaki ilişkilerin keşfedilmesine, soyut bazı geometrik kavramların somut olarak temsil edilebilmelerine olanak sağlayabilmektedir. Bu anlamda en sık kullanılan somut materyaller birim küpler, örüntü blokları, tangram, geometri tahtası ve üç boyutlu cisimler sayılabilir (Bohning ve Althouse, 1997; Olkun, 2001),
6. Öğrencilerin matematiksel dili kullanabilmelerinde somut materyaller, bilgiyi farklı türde temsil edebilmeye olanak sağlayabilmektedir (Uttal, O’Doherty, Newland, Hand ve DeLoache; 2009),
7. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olabilmektedir (Yıldız, 2009).

Yapılan araştırmalar matematik ve geometri öğretiminde somut materyal kullanımının öğrenci ve öğretmenlere birçok avantaj sağladığını göstermektedir. Örneğin somut bir tangram seti yardımıyla öğrencilerin çeşitli geometrik dönüşümleri gerçekleştirebilmeleri, çevre ve alan arasındaki ilişkileri keşfetmeleri, geometrik kavramlar dağarcığının gelişmesi mümkün olabilmektedir (Bohning ve Althouse, 1997; Hacıömeroğlu ve Apaydın, 2009). Buna karşın materyalin nasıl ve ne amaçla kullanılacağı hakkında öğretmenin hazırlıklı olması gerekmektedir (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Clements, 1999; Moyer, 2001). Bu noktada somut materyalin sınırlılıklarının bilinmesi, öğretmenlerin materyalleri kullanma becerileri, öğrencilerde kavram yanılgılarına yol açıp açmayacağı ve amaca hizmet edip etmediği üzerinde düşünülmesi gerekmektedir (Briars ve Fuson, 1990; Ersoy, 2003; Thompson, 1994). Araştırmalar materyal kullanımının kavramsal öğrenmeyi garantilemeyeceğini, birçok öğretmenin öğrencilerin sıkılmaması adına kullandıkları, öğrencilerin çoğu zaman somut materyalden soyut düşünmeye geçemediği ve öğretmenlerin materyal kullanımı, geliştirilmesi konusunda yetersiz olduklarını ifade etmektedir (Bozkurt ve Polat, 2011; Clements, 1999; Ersoy, 2003; Thompson, 1994).

Öğretim etkinliklerinde farklı somut materyallere yer veren bazı öğretmenlerin de öğretim amacını göz ardı ederek, sadece dersin öğrencilere ilgi çekici veya eğlenceli hale gelmesi adına kullandığı görülmektedir. Clements (1999) materyal kullanılan etkinliklerde öğrencilerin matematiksel düşünmelerine ve fikirler üretmelerine olanak sağlandığında faydalı olacağını ifade etmekte ve tek başına materyalin anlamlı öğrenmeye yol açamayacağını belirtmektedir. Burada öğrencilerin materyalden kavramsal bilgiye geçişi öğretmenin süreci nasıl yürüttüğü ile doğrudan ilgilidir. Çünkü öğretmen materyali en etkili şekilde nasıl kullanılabileceğini bildiğinde ve kendi öğretimini tasarladığında öğrencilerin düşünmelerine fırsat verilebilecektir (Thompson, 1994). Öğrencilerin somut materyallerle anlamayı doğrudan gerçekleştiremediği durumlarda öğretmenin yapacağı etkinliklerle materyaller ve öğrencilerin düşünmeleri arasındaki bağlantı kurulabilir (Fuson ve Briars, 1990)

Materyallerin kullanımı aşamasında Bayram (2004) iyi bir materyalin özelliklerini; hedeflenen amaca hizmet etmesi, mümkünse birçok amaca dönük olması, öğretmen ve öğrenciler tarafından kolay kullanılabilir, ulaşılabilir ve değerlendirilebilir olması, matematiksel kavramların uygun zihinsel şemalarını temsil etmesi, etkileyici ve motive edici olması, güvenli olması, dayanıklı olması, yaş düzeyine uygun olması ve gerçek problem durumlarını temsil edebilmesi olarak belirtmiştir. Somut materyal destekli, işbirlikli ve keşfetmelere dayalı öğretimlerin geometri başarısını arttırdığı görülmüştür (Bayram, 2004). Bu çerçevede Richardson, Carter ve Berenson (2010) somut materyal destekli etkinliklerin “açık uçlu sorular içerme”, “neden sorularına cevap vermeyi olanaklı kılma”, “becerikli sorgulama ve dinlemeyi gerektirme" gibi özellikler taşımasının öğrencilerin gerekçelendirme açıklama ve problemleri çözmede uzmanlaşmalarını sağlayacağını belirtmiştir.

Materyal kullanımının bir önemli özelliği de öğrenmelerin transfer edilebilmesini sağlamasıdır. Öğretmenlerin matematik öğretirken zorlandıkları önemli konulardan birisi öğrencilerin matematiksel soyutlama ve sembolleştirmeyi gerçekleştirememeleridir (Bozkurt ve Polat, 2011). Materyal kullanımının bu zorluğu aşmada bir etkisinin olabileceği ve bilginin somuttan soyuta doğru bir transferinin mümkün olabileceği düşünülmektedir (Kamina ve Iyer, 2009). Bu noktada manipülatifler öğretmenlere fiziksel, sosyal ve matematiksel olguları yorumlama ve temsil etme olanağı sağlayabilir. NCTM (2000) bu temsilin önemli olduğunu ve öğrencilerin manipülatifler yardımıyla fikirlerini temsil edebilme ve düzenleyip farklı bir boyuta taşıyabilme olanağı bulduklarını vurgulamıştır. Bu transfer sürecinde öğretmenler bir köprü vazifesi görmektedirler. Bu nedenle de öğretmenler öğrencilerine sorular sorma yoluyla düşünmelerini sağlamalı, farklı bilgiler arasında ilişkiler kurarak ve uygun matematiksel dili kullanarak öğrencileri kavramsal açıdan zenginleştirebilmelidir (Kamina ve Iyer, 2009).

Genel olarak değerlendirecek olursak matematik ve geometri öğretiminde somut materyal kullanımının birçok faydasının olduğu fakat materyalin tek başına öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamayacağını bu nedenle öğretmenin iyi bir hazırlık yapması gerektiğini söyleyebiliriz.

2.4. DİNAMİK GEOMETRİ YAZILIMLARI VE GEOMETRİ ÖĞRETİMİ

Günümüz teknolojisinin gelişmesi ile birlikte bu teknolojilerin eğitim alanındaki uygulamalarında da belirgin bir artış görülmektedir. Matematik ve geometri öğretiminde dinamik geometri yazılımları kullanmanın öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine katkı sağlayacağına vurgu yapılmaktadır (Boyraz, 2008; Demir, 2010; Hanna, 2000; İpek, 2010). Özellikle de öğrencilerinin akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesinin önemli olduğu ve bunu sağlamada DGY kullanımının birçok avantaj sağladığı ifade edilmektedir (Christou vd., 2004; Driscoll vd., 2007: 52; Güven ve Karataş, 2009; Jones, 2000). Literatürdeki bazı araştırmalardan yola çıkarak DGY kullanımının faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Öğrencilerin uzamsal düşünme yeteneklerini geliştirmeye yardımcı olur (Hoong ve Khoh, 2003).

- Geometrik şekiller arasındaki ilişkilerin fark edilmesinde ve araştırılmasında kullanışlıdır (Vatansever, 2007).
- Öteleme, döndürme ve yansıma dönüşümleri gibi geometrik dönüşümlerin rahatlıkla yapılabilmesini sağlar (İpek, 2010; Jones, 2000).
- Öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları ve çıkarımsal akıl yürütmeler gerçekleştirmelerine yardımcı olur (Driscoll vd., 2007: 52).
- Keşfedici, sorgulayıcı öğrenmelere olanak sağlayarak öğrencilerin genellemeler yapmalarına yardım eder (Choi Koh, 1999).
- Geometrik ispatlar yapmada ve bunları doğrulamada öğrencilere kolaylık sağlar (Christou vd., 2004; Demir, 2010; Hanna, 2000).

Arcavi ve Hadas (2000) dinamik geometri yazılımlarının *görselleştirme, deneyim, sürpriz, dönüt* ve *doğrulama* olmak üzere beş temel özelliğinin olduğunu belirtmişlerdir:

Tablo 2.2. Dinamik Geometri Yazılımlarının Özellikleri

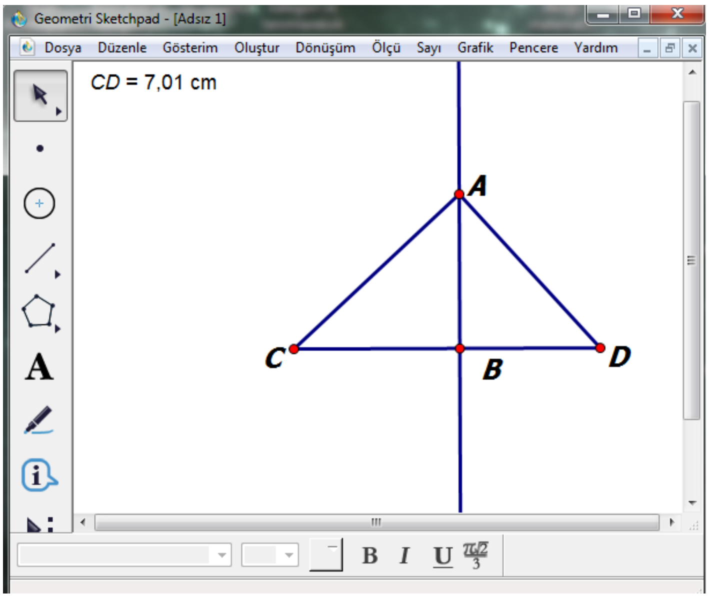
***Görselleştirme*:** Geometrik kavramları öğrenmede önemli bir bileşen olup, görsel bilgi üzerinde yansıtma, dönüşüm uygulama, oluşturma, iletişim ve belgeleme yeteneğini ifade etmektedir.
***Deneyim*:** Dinamik geometri ortamlarında geometrik yapıları görme ile birlikte ölçme, karşılaştırma, şekillerin değişimini fark etme ve yapılandırmalara destek olma daha kolay bir şekilde sağlanabilmektedir.
***Sürpriz*:** Öğrencilerin dinamik ortamlarda çeşitli tahminler yapması ve çeşitli deneyimler yoluyla bu tahminlerini açık ve derinlemesine bir inceleme sonucu anlamlı öğrenmeler sağlamada öğrencilerin bilgilerini ve varsayımlarını test etmelerine olanak sağlanır.
***Dönüt*:** Dönüt, öğrencinin kendini değerlendirmesi, tahminlerini gözden geçirmesi, yapacaklarını karar vermesi ve kanıtın gerekliliğini sağlamak açısından önem taşımaktadır.
***Doğrulama*:** Niçin sorusunu yanıtlamada öğrencilerin yaptıklarını gözden geçirmeleri ve deneyim-dönüt- yansıtma döngüsü ile hipotezlerini doğrulamaları ve açıklamaları akıl yürütmeler yoluyla sağlanmalıdır (Arcavi ve Hadas, 2000: 25-27)

Hadas, Hershkowitz ve Schwarz'ın (2000) araştırma bulguları DGY kullanıldığında öğrencilerin varsayım oluşturma, varsayımların doğruluğunu test etme, ispat yapabilme ve gerekçeler sunma fırsatı yakaladıklarını göstermiştir. Benzer şekilde GSP yazılımının kullanımının geometrik düşünmenin gelişiminde önemli olduğu ve geometrik şekiller arasındaki ilişkileri fark etmelerine olanak sağladığı görülmüştür (Choi Koh, 1999).

Genel olarak bakıldığında geometri öğretiminde DGY kullanmanın önemli faydaları olduğu görülmektedir. En sık kullanılan dinamik geometri yazılımları GeoGebra, Cabri Geometry, Geometer's Sketchpad, Cabri 3D, Dr Geo, Euklidies, Calques 3D, Cinderella, 3D Math olarak sayılabilir (Demir, 2010). Bu tez kapsamında kullanılan Geometer's Sketchpad dinamik geometri yazılımının temel özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

2.4.1. Geometer's Sketchpad (GSP)

Geometri çizim programı (The Geometer's Sketchpad) geometrik şekiller arasındaki ilişkileri keşfetmek için güçlü bir araç olup, bu program yardımıyla, birçok geometrik şekil, bazı teoremlerle ilgili modeller, çeşitli perspektif çizimleri yapılabilmektedir (Hoong ve Khoh, 2003; Jackiw,1991). Ayrıca oluşturulan bir yapı "dönüşüm" menüsü yardımıyla belirli bir açıda döndürme, bir doğruya veya bir noktaya göre yansıma, öteleme, belirli bir oranda genişletme veya daraltma gibi dönüşümler rahatlıkla uygulanabilmektedir. Yazılımda "ölçü" menüsü kullanılarak yapılan çizimler veya dönüşümler sonucunda oluşan geometrik şekillerin uzunluk, alan gibi ölçüleri belirlenebilmektedir (Demir, 2010; İpek, 2010; Vatansever, 2007). Aşağıda Şekil 2.1'de bir GSP sayfası görülmektedir.



Şekil 2.1. Geometer's Sketchpad sayfası

Bu tezde birçok araştırmada kullanılmış ve geçerliliği kabul edilmiş olan GSP 5 yazılımının Türkçe sürümünden faydalanılmıştır. Birçok kullanışlı özelliği sayesinde sorgulama, keşfetme, oluşturma, geometri problemleri çözme, resim ve bulmacalar oluşturma ve gösterimler yapma yoluyla kavramsal öğrenmelerin oluşturulmasında GSP yazılımının önemli bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Hanna, 2000; Vatansever, 2007; Hoong ve Khoh, 2003). GSP yazılımı yardımıyla görselliğin sağlanması, neden ve niçin sorularına daha kolay cevap verilebilmesi ve başarıyı arttırma özellikleri araştırmalarca ortaya konulmuştur (Bintaş ve Bağcıvan, 2007).

2.4.2. Geometer' s Sketchpad Yazılımı Neden Seçildi?

Bu çalışmada eğitimlerin GSP kullanılarak yürütülmesinde yazılımın birçok özellik taşıması etkili olmuştur. GSP yazılımı hakkında yapılan bazı araştırmalar yazılımın geometri öğretiminde güvenilir ve etkili bir araç olduğunu göstermektedir (Bintaş ve Bağcıvan, 2007; Hoong and Khoh, 2003; Vatansever, 2007).

Çalışmada İlköğretim Matematik Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin iki farklı eğitim yardımıyla geometrik düşünme becerileri geliştirmeleri, geometrik kavramlar arasındaki ilişkileri fark edebilmeleri, akıl yürütmeler yoluyla çıkarımlarda ve genellemelerde bulunmaları ve matematiksel olarak kabul edilebilir bir dil geliştirebilmeleri genel olarak amaçlanmaktadır. Daha özelde ise SM ve GSP destekli eğitimler yardımıyla bu kazanımları öğrencilerin açık uçlu sorulara yaptıkları açıklamalarına yansıtabilmeleri amaçlanmaktadır. Bu çerçevede GSP yazılımının kullanımı bize birçok kolaylık sağlamaktadır. Bu tez bünyesinde GSP yazılımının seçiminde aşağıdaki durumların etkisi olmuştur:

- Eğitimler öncesinde yapılması planlanan etkinlikler çerçevesinde, öğrencilerin olası bütün durumları göz önünde bulundurabilmeleri amacıyla zaman zaman yazılımı kullanmada bazı sınırlılıklar getirilmiştir. Örneğin 3. hafta yapılan etkinlikte öğrencilerin dikme, orta dikme, paralel inşa etme gibi bazı geometrik yapılar oluşturmaları istenmiş fakat doğrudan GSP'nin "oluştur" menüsünden "orta nokta", "paralel doğru" ya da "dik doğru" sekmelerini kullanmadan etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin problem üzerinde daha fazla düşünmelerini sağlamıştır. Yazılım bu tür sınırlamalar yapmada bize kolaylıklar sunabilmiştir.

- GSP destekli eğitimlerde öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmalarını sağlamada yazılımın dinamik özelliğinin önemli bir katkısı olmuştur. Örneğin 9. haftada gerçekleştirilen "Dönme merkezlerinin bulunması" etkinliğinde öğrenciler verilen iki eş doğru parçasının dönme merkezlerini bulurken GSP yardımıyla sayısız döndürmeler yapabilmiş ve yaptıkları işlemleri geri alabilmişlerdir. Bu da öğrencilerin geometrik fikirlerini genellemelerinde kolaylık sağlamaktadır.
- Yukarıdaki durumlar dışında GSP yazılımının öğrenciler ve öğretmenler tarafından rahatlıkla kullanılabilecek güncel bir program olması, birçok geometrik durumun temsil edilebilmesi, dünyaca kabul gören bir yazılım olması, kurulumu basit olması ve az yer tutması (Hoong and Khoh, 2003; Vatansever, 2007) programın seçiminde etkili olmuştur. Ayrıca GSP ile ilgili çeşitli internet siteleri (http://www.dynamicgeometry.com/) mevcut olup yazılımla ilgili birçok bilgiye ulaşılabilmekte ve kurulumu kolayca yapılabilmektedir.

Sonuç olarak geometri öğretiminde etkili bir dinamik geometri yazılımı olan GSP'nin çalışmanın doğasına uygun olduğu söylenebilir. Geometri öğretiminde yenilikçi yaklaşımlara olan gereksinim göz önüne alındığında, öğrencilerin kavramsal öğrenmeler gerçekleştirebilmelerinde GSP önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.5. GEOMETRİ PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİNDE AÇIKLAMALAR VE ÖNEMİ

Geometri öğretimi kapsamında öğrencilere kazandırılması beklenen temel beceriler arasında akıl yürütme ve gerekçelendirme yapabilme yer almaktadır. Öğrencilerin akıl yürütme, geometrik düşünme ve genellemeler yapma gibi becerilerinin gelişmesi geometrik fikirleri anlamlı bir şekilde oluşturmaları ile doğrudan ilişkilidir (Driscoll vd., 2007). Birçok araştırma öğrencilerin geometri ve dolayısıyla matematikte kural ve işlemleri yapma da zorlanmadığını fakat yaptıkları işlemlerin ve matematiksel fikirlerin altında yatan anlamları bilmediklerini göstermiştir (Hadas, Hershkovitz ve Schwarz, 2000; Toluk Uçar, 2011). Genellikle öğrenciler problemlerde rutin işlemleri yapmada geometrik ve cebirsel düşünmeyi gerektiren durumlara oranla daha az zorlanmaktadırlar (Kınach, 2002;Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Benzer şekilde öğrencilerin çözümlerini ve düşünme şekillerini açıklamada da zorlandıkları birçok araştırmada ortaya konulmuştur (Karakoca, 2011; Yeşildere, 2006). Akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesinde, açık uçlu problemler yardımıyla öğrencilerin çözümleri üzerinde düşünmeleri ve ulaştıkları sonuçları matematiksel olarak geçerli ifadelerle sunabilmeleri sağlanmalıdır (Cai, 2003). Bu doğrultuda öğretmen ve öğrencilerin genellemelere ulaştığı, matematiksel gerekçeler sunabildiği ve ikna edici açıklamaların yapıldığı sınıfların oluşturulması önerilmektedir. Açıklamalar konusunun literatürdeki yeri incelendiğinde farklı açılardan ele alındığı görülmüştür. Takip eden bölümde sırasıyla açıklamalar konusu pratiğe dayalı-matematiğe dayalı açıklamalar, açıklamaların ispatla ilişkisi, kavramsal ve işlemsel yönden açıklamalar ve ikna edici gerekçeler olma yönüyle açıklamalar alt başlıkları altında değerlendirilecektir.

Pratiğe dayalı-matematiğe dayalı açıklamalar: Öğrencilerin geometri ve cebir problemlerinin çözümleri bağlamında yaptıkları açıklamaları matematiğe dayalı ve pratiğe dayalı açıklamalar olarak ele alan çalışmalara rastlamak mümkündür (Levenson, Tirosh ve Tsamir, 2006; Levenson, 2010; Levenson, Tsamir ve Tirosh, 2010). Bu çalışmalarda matematiğe dayalı açıklamalar matematiğin gerektirdiği sembol, işlem ve kavramları içermekte ve aklı yürütmelere dayanmakta; pratiğe dayalı açıklamalar ise günlük yaşam durumlarına dayanmakta ve görsel materyal kullanımını içermektedir. Levenson ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda öğretmenlerin ve öğrencilerin daha çok pratiğe dayalı açıklamalar kullanmayı tercih ettiklerini ve pratiğe dayalı açıklamalardan matematiğe dayalı açıklamalara geçişin sağlanması gerektiğini ortaya koymuşlardır (Levenson, Tirosh ve Tsamir, 2006).

Açıklamaların ispatla ilişkisi: Genel olarak bakıldığında öğrencilerin geometri ve cebir problemlerinin çözümleri bağlamında yaptıkları açıklamaların ispatla ilişkisini inceleyen araştırmalar matematik ve geometride gerekçeler sunmanın önemli olduğunu göstermektedir. Bir ispat gerçek matematiksel anlamalara dayandığında, ikna edici olduğunda ve matematikçiler tarafından onaylandığında öğrenciler ve öğretmenler için anlamlı olmaktadır. Ayrıca iyi bir ispat sadece doğruyu göstermemeli aynı zamanda "Neden?" sorusuna ikna edici cevaplar sunabilmelidir (Hanna, 2000). Bunu sağlamada DGY'lerin avantajlar sağladığı araştırmalarca ortaya konulmuştur (İpek, 2010). Öğretimde ispat kullanımının yararlı fonksiyonları de Villiers (1990) tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

- *Doğrulama (bir ifadenin doğruluğu ile ilgilenme)*
- *Açıklama (neden doğru olduğuna dair anlayış oluşturmak)*
- *Sistematikleştirme (temel kavram ve teoremlere, tümdengelimsel aksiyomlar sistemine çeşitli sonuçların eklenmesi)*
- *Keşif (yeni sonuçların keşfedilmesi veya oluşturulması)*
- *İletişim (matematiksel bilginin transfer edilmesi)*
- *Düşünsel zorlanma (bir kanıt oluşturma yoluyla kendini gerçekleştirme/ tamamlamanın sağlanması)* (Akt. Hadas vd. 2000; Hanna, 2000) .

İyi bir matematiksel açıklama, "neden" sorusuna cevap olabilmelidir. Neden sorusunun cevaplanması yoluyla öğrencilerin sahip oldukları bilgilerinin arka planı ortaya konulabilecektir. Bu konuda Sandborg (1998) yaptığı çalışmada matematiksel açıklamalar ve van Fraassen'in Neden Soruları Teorisi'ne odaklanmıştır. van Fraassen (1980) bir açıklamanın bir önerme, bir argüman yada önermeler dizisiyle aynı olmadığını ifade etmiştir (Akt. Sandborg, 1998). Sandborg (1998) neden soruları yaklaşımının matematiksel açıklamalar için uygun bir yaklaşım olduğunu fakat matematiksel durumlara uygulanmasının kolay olmadığını ifade etmektedir. Ayrıca açıklamaların anlaşılması için ağırlıklı olarak matematiksel düşünmek gerektiğini belirtmiştir.

Kavramsal ve işlemsel olma yönüyle açıklamalar: Bazı araştırmalarda matematiksel açıklamaların öğrencilerin matematiksel düşünme düzeyleri ile ilişkisi kavramsal ve işlemsel yönden incelenmiştir (Kinach, 2002; Toluk Uçar, 2011). Öğretmenlerin bir kavramı öğretme de kullandıkları öğretimsel açıklamalar onların pedagojik alan bilgilerini ilgilendirmektedir. Öğretmen adaylarının anlama düzeylerini inceleyen bazı çalışmalar matematiksel anlamalarının işlemsel düzeyde olduğunu ve buna paralel olarak açıklamalarının da işlemsel düzeyde kaldığını göstermektedir (Kinach, 2002; Toluk Uçar, 2011). Öğretmen adayları matematik öğretirken genel kuralı vermeyi öğretimsel açıklamalar için yeterli görmektedirler. Toluk Uçar (2011) çalışmasında öğretmen adaylarının öğretimsel açıklamalarını incelemiş ve öğretmen adaylarının birçoğunun kuralların altında yatan anlamlar üzerinde düşünmediklerini ve gerekçelerle açıklayamadıklarını göstermiştir. Öğrencilerine bir kavramı öğretmede kuralın nedenlerini açıklayamamaları öğretmen adaylarının geçmişte bilgileri işlemsel düzeyde öğrenmeleri ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle de matematikte iyi öğretimsel açıklamaların yapılacak işlem adımlarının nedenlerini ve anlamlarını içermesi gerekmektedir (Charalambous, Hill ve Ball, 2011).

İkna edici gerekçe olma yönüyle açıklamalar: Matematiksel açıklamaların niteliği ile ilgili yapılan araştırmalardan bir kısmı gerekçeler sunmanın önemi üzerinde durmaktadır. Cai (2003) Singapurlu öğrencilerin problem çözme ve problem kurmadaki matematiksel düşünmelerini incelediği araştırmasında açık uçlu problemler yardımıyla öğrencilerin sundukları gerekçeleri "tam ve ikna edici açıklamalar yapan", "belirsiz ve yetersiz açıklamalar yapan", "yanlış açıklama yapan" ve "hiçbir açıklama yapmayan" şeklinde kategorilere ayırmıştır. Benzer bir çalışmada Yeşildere ve Türnüklü'de (2007) aynı kategorileri kullanarak öğrencilerin akıl yürütme ve matematiksel düşünme süreçlerini incelemişler ve öğrencilerin matematiksel düşünme ve ilişkilendirme becerilerinin düşük düzeylerde bulunduğunu, bunun da öğrencilerin akıl yürütmelerini öznel görüşlerine dayandırmaları, düşüncelerine kanıtlar sunarak ve açıklama yaparak ifade edememeleri ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Öğretmen adaylarının matematiksel kavramları açıklamasını inceleyen Chick (2003), öğretmen adaylarının açıklamalarında ikna edici bir dil kullanmada ve gerekçelendirmeler sunmada zorlandıklarını ortaya koymuştur. Bu sıkıntının giderilmesinde, öğrencilerde matematiksel anlamaların geliştirilmesine katkı sağlayacak materyal ve etkinlikler gerekmektedir. Güven ve Karataş (2009) araştırmalarında Cabri'nin öğrencilerin tahmin etme, genellemelerde bulunma ve matematiksel açıklamalar yapabilme becerilerini arttırdığını ortaya çıkarmıştır. Matematiksel kavramların oluşturulmasında neden ve nasıl sorularının daha sık kullanımının matematiksel düşünmeyi desteklemede kritik bir öneme sahip olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan bazı araştırmalar öğrencilerin gerekçelendirme yapmalarında dinamik geometri ortamlarının etkili ve yararlı olduğunu göstermektedir (Hadas vd., 2000).

Açıklamaların bir başka önemli boyutu da matematiksel dili yansıtma işlevleridir. Brown'a göre (1997) dil matematiksel düşünmenin oluşturulması, korunması ve iletilmesi için bir araçtır (Akt. Bicknell, 1999). Bununla birlikte öğrencilerin anlamaları, açıklayabilmeleri ve bir şeyler üzerinde dikkatle düşünebilmeleri sağlanmaya çalışılmalıdır. Öğrencilerin kullandıkları ifadelerde uzmanlaşmaları için açıklamaların formal matematik diline doğru geliştirilmesi gerekmektedir (NCTM, 1998:84). Yapılan sınıf gözlemlerine dayalı bazı araştırmalar öğrencilerin yanıtlarında nadiren sözel veya yazılı gerekçelere yer verdiklerini göstermiştir. Ayrıca birçok öğrenci iyi bir açıklamanın nasıl olacağını ve gerekçelendirmenin ne anlama geldiğini bilmemektedir. Yazma etkinlikleri sonucunda öğrenci ve öğretmenler açıklamalar yapmanın düşünme becerilerini geliştireceğine dair olumlu bir tutum geliştirilebilmekte ve bu yolla yeni matematiksel anlayışları edinmeleri mümkün olabilmektedir (Bicknell, 1999).

Driscoll ve arkadaşları (1997) "Geometrik Düşünmenin Geliştirilmesi" adlı kitaplarında ikna edici açıklamaların önemine yer vermiştir. Buna göre öğrencilerin ilerlemeleri için ikna edici açıklamaların yer aldığı deneyimler gerekmektedir. Öğrenciler problemler yoluyla ulaştıkları sonuçları ve takip ettikleri adımları açıklayabildiklerinde geometrik düşünmeler geliştirebilmeleri kolaylaşacaktır. Ortaokul öğrencilerinin ikna edici matematiksel açıklamalar oluşturma da özellikle de geometri problemlerinde deneyimleri yetersiz kalmaktadır. Buna paralel olarak bazı durumlarda dilin açıklamalar yazma da engel teşkil edebileceğini ve yapılacak etkinliklerde akademik bir dil oluşturulmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Akademik dilin oluşturulmasında ise öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğretmenler gerçekleştireceği öğretimler yoluyla öğrencilerin resimsel veya sözel algılarına dayanan açıklamalarını ikna edici akademik bir dile dönüştürebilecektir. Örneğin geometrik düşünme alışkanlıklarından ilişkilerle muhakeme etme üretken yollarla kullanıldığında öğrenciler geometrik şekiller hakkında genellemelere ulaşabilecektir (Driscoll vd., 2007:110).

Açıklamalar konusunun cebir ve geometride önemli bir yer tuttuğu yukarıda sunulan çalışmalardan anlaşılmaktadır. Akıl yürütme, tahmin etme, genelleme yapma, gerekçeler sunma, matematiksel dil ve geometrik düşünme ile doğrudan ilişkili olan matematiksel açıklamalarla ilgili araştırmaların ağırlıklı olarak betimsel bir nitelik taşıdığı söylenebilir (Jones, 2000; Christou vd., 2004). Bu araştırmalar iyi bir açıklama yapmanın matematik ve geometri de önemli olduğunu; öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve hatta öğretmenlerin yaptıkları işlemlerin nedenlerini açıklayamadıklarını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının veya öğrencilerin matematiksel olarak geçerli, ikna edici açıklamalar yapabilmeleri için öğretim etkinliklerinde üretken düşünmelere, tartışmalara, farklı öğretim yöntemlerine ve materyallere yer verilmelidir. Öğretmenlerin somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarını derslerine entegre edebilmelerine yol gösterecek ve repertuarlarını genişletecek çalışmalara ihtiyaç bulunduğu ve çalışmanın bu anlamda literatüre bir katkı sunabileceği düşünülmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
YÖNTEM

Bu çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılarak Matematik Öğretmenliği (İ.M.Ö.) öğrencilerinin başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına Somut materyal (SM) veya Geometer's Sketchpad (GSP) destekli eğitimlerin etkileri araştırılmaktadır. Bu çerçevede yöntem bölümünde araştırmanın modeli, çalışmanın arka planı, katılımcıları, veri toplama aracı, veri toplama süreci ve veri analiz sürecine yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Bilimsel çalışmalarda yapılan araştırmanın amacına ve özelliğine göre farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Bu yöntemler nitel ve nicel araştırma yöntemleri olarak ikiye ayrılmakta; yöntemler araştırmanın amacı, veri toplama ve analiz şekli, örneklem ve araştırmacının rolü açısından farklılık göstermektedir. Yapılan bilimsel çalışmanın doğası araştırmacının araştırdığı konuya, araştırma amacına ve çalıştığı gruba bağlı olarak değişkenlik göstermekte, buna bağlı olarak da araştırma nitel, nicel veya her ikisinin birlikte kullanıldığı şekilde yürütülebilmektedir (Büyüköztürk vd., 2008:23; Srinagesh, 2006:70). Yapılan araştırmada SM ve GSP destekli eğitimler sonucunda İ.M.Ö. öğrencilerinin başarılarındaki ve açık uçlu sorulara yaptıkları açıklamalarındaki değişim incelenmektedir. Bu amaçla da ön test ve son testlerden elde edilen veriler öncelikle nicel olarak analiz edilmiş daha sonra da açıklamaların niteliği incelenmiştir. Kısacası yapılan araştırmanın doğasına uygun olarak hem nitel hem de nicel yöntemler birlikte kullanılmıştır.

Deneysel çalışmalarda araştırmacı çeşitli bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerini inceleyebilmekte; çalışacağı örneklemi, kullanacağı materyali, uygulama sürecini ve çalışmanın kapsamını kendisi belirleyebilme olanağına sahip olabilmektedir (Karasar, 1999: 97).

Deneysel araştırmalarda yapılan çalışmanın özelliğine bağlı olarak bazı durumlarda katılımcılar gruplara rastgele dağıtılamamakta bu nedenle de hazır gruplar üzerinde çalışılması gerekmektedir. Bu tür sınırlamalar bulunduğunda deneysel yöntem yerine yarı deneysel yöntem kullanılabilmektedir (Büyüköztürk vd., 2008: 206). Yapılan araştırma İ.M.Ö. birinci sınıf öğrencilerinin geometri dersleri üzerinden elde edildiğinden katılımcıların gruplara rastgele dağıtılması mümkün olamamıştır. Ayrıca her bir öğretim üyesinin farklı bir eğitim gerçekleştirmesi nedeniyle de kontrol grubu oluşturulamamıştır. Bu nedenlerle araştırmanın amacı, katılımcıları, süreç ve materyaller göz önüne alındığında yarı deneysel yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir. Bu çerçevede araştırma ön test-son test kontrol grupsuz yarı deneysel desende yürütülmüştür. Deneysel modelde bağımsız değişken SM ve GSP yazılımı destekli olmak üzere eğitim türüdür. Bağımlı değişkenlerse öğrencilerin geometri başarısı ve geometrik düşünmelerinin-matematiksel akıl yürütmelerinin göstergesi olan açık uçlu sorulara yaptıkları açıklamalardır. Çalışmada kullanılan yarı deneysel araştırma modeli aşağıda Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1. Deney Modeli

Grubun Adı	**Deney Öncesi (Ön Ölçümler)**	**Deney Süreci (Denel İşlem)**	**Deney Sonrası (Son Ölçümler)**
1. Grup (1. Öğretim SM)	Geometri Başarı Ön Testi	Somut Materyal destekli öğretim	Geometri Başarı Son Testi
2. Grup (1. Öğretim GSP)	Geometri Başarı Ön Testi	Geometer's Sketchpad destekli öğretim	Geometri Başarı Son Testi
3. Grup (2. Öğretim SM)	Geometri Başarı Ön Testi	Somut Materyal destekli öğretim	Geometri Başarı Son Testi
4. Grup (2. Öğretim GSP)	Geometri Başarı Ön Testi	Geometer's Sketchpad destekli öğretim	Geometri Başarı Son Testi

Araştırmanın katılımcıları İ.M.Ö. birinci sınıfında öğrenim görmekte olan birinci öğretim ve ikinci öğretim öğrencilerinden oluşan dört farklı grupta yer almaktadır. İki farklı öğretim üyesi tarafından yürütülen eğitimlerin ikisi Somut Materyal (SM) destekli SM-1 ve SM-2 grupları, diğer ikisi ise Geometer's Sketchpad

(GSP) dinamik geometri yazılımı destekli olan GSP-1 ve GSP-2 gruplarından oluşmaktadır. SM-1 ve GSP-1 grupları öğretim türü olarak birinci öğretimde öğrenim gören öğrencilerden oluşmakta iken SM-2 ve GSP-2 grupları ikinci öğretimde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Oluşturulan dört grupta Somut Materyal ve Geometer's Sketchpad destekli eğitimler farklı öğretim üyeleri tarafından yürütülmüştür. Öğretim üyelerinin önceki yıllarda da geometri derslerini yine benzer yöntemlerle işlemiş olmaları sürecin bir tür pilot çalışmasının yapılmış olmasını sağlamış ve bu da araştırmacıya süreçte verilerin toplanması ve etkinliklerin takip edilmesi konusunda kolaylık sağlamıştır.

Katılımcıların geometri başarılarındaki ve açıklamalarındaki değişimin değerlendirilmesi amacıyla derslerin başlangıcında ve sonunda Geometri Başarı Testi (GBT) uygulanmıştır. Geometri Başarı Testi dersi yürüten öğretim üyeleri tarafından literatürdeki farklı kaynaklardan (Driscoll vd., 2007) yararlanılarak oluşturulmuş açık uçlu sorulardan oluşmakta ve öğrencilerin düşünme biçimlerini, akıl yürütme becerilerini ortaya çıkarmayı amaçlayan geometri problemleri içermektedir. Tüm gruplar için ön test ve son test olarak uygulanan GBT'de öğrencilerin açıklamalarında matematiksel gerekçeler sunmaları ve ikna edici matematiksel bir dil kullanmaları istenmiştir.

3.2. ÇALIŞMANIN ARKA PLANI

Çalışma "Teknolojinin Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünmelerinin Geliştirilmesine Etkisi" isimli EF.11.01 numaralı Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesinin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Bu projede İ.M.Ö. birinci sınıf öğrencilerinin farklı öğretim yöntemleri kullanılarak Geometrik Düşünme Alışkanlıkları kazanmaları amaçlanmıştır. Proje kapsamında 2011-2012 eğitim öğretim yılı bahar döneminde, geometri dersi alan öğrencilere Somut Materyal (SM) ve Geometer's Sketchpad (GSP) yazılımı destekli eğitimler on hafta süreyle verilmiştir. Eğitimler matematik eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Öğrenciler dört farklı grup (ikisi SM, ikisi GSP destekli) oluşturulmuştur. Derslerin başlamasından bitimine kadar geçen süreçlerde araştırmacı geometri derslerini takip etmiş ve gözlemlediklerini not almıştır. Zaman zaman öğrencilerin izinleri dâhilinde yaptıkları bazı etkinliklerin fotoğrafları çekilmiştir.

Eğitimlerin gerçekleştirilmesi sürecinde iki öğretim üyesine araştırmacı ve Matematik Eğitimi alanında yüksek lisans yapmakta olan bir matematik öğretmeni eşlik etmiş ve sürecin daha sağlıklı takip edilmesi mümkün olabilmiştir. Her hafta eğitimler öncesinde öğretim üyeleri bir araya gelmiş, yapılacaklar değerlendirilmiş ve dersler eşgüdümlü olarak yürütülmüştür. Eğitimlerde kullanılan etkinlikler Driscoll ve arkadaşlarının "Fostering Geometric Thinking Toolkit" (Driscoll, Wing DiMatteo, Nikula, Egan, Mark & Kelemanik, 2008) isimli kitabından uyarlanmış ve öğrencilere geometrik düşünme alışkanlıkları kazandırılması amaçlanmıştır. Her bir etkinlik sırasında öğrencilerin daha fazla düşünebilecekleri, akıl yürütmeler yapabilecekleri, ikna edici matematiksel bir dil kullanabilecekleri, genellemeler yapabilecekleri ve çözümlerine gerekçeler sunabilecekleri ortamlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Etkinliklerin sonunda öğrenciler hangi geometrik düşünme alışkanlıklarını daha çok kullandıkları konusunda fikirlerini sunmuşlardır.

3.2.1. Somut Materyal (SM) Destekli Gruplar

Geometri dersleri SM destekli sınıflarda yazı tahtası ve projeksiyon bulunan bir sınıfta somut materyaller (kağıt, cetvel, makas, pişirme kağıdı, tangram bulmacası vb.) kullanılarak yürütülmüştür. Haftalık etkinliklerde öğrencilere yönergelerin bulunduğu etkinlik kâğıtları verilmiş, etkinliğin gerçekleştirilmesine paralel olarak açıklamalar yazmaları istenmiştir. Yapılan açıklamalarda öğrencilerin doğru bir matematiksel dil kullanmaları ve ikna edici açıklamalar yapmaları gerektiği vurgulanmıştır.

SM destekli eğitim alan gruplarda eğitimler genellikle fakülte dersliğinde zaman zaman da yapılan etkinliğin içeriği doğrultusunda matematik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan tüm etkinliklerde gerekli somut materyaller sınıfa getirilmiş ve katılımcıların kullanması sağlanmıştır. Etkinliklerde araştırmacı eğitimleri daha çok gözlemci olarak takip etmiş, zaman zaman sınıf tartışmalarına katılmış ve etkinlikleri kendisi de gerçekleştirmiştir. Tablo 3.2. SM gruplarının haftalık öğretim akışını göstermektedir.

Tablo 3.2. SM Destekli Eğitimlerin Haftalık Öğretim Akışı

Hafta	Kazanım	Etkinliğin amacı	Kullanılan materyal
1.hafta	Giriş ve ders içeriğinin tanıtımı	Geometri derslerinin nasıl yürütüleceğinin ve geometrik düşünme alışkanlıklarının ne olduğunun bazı örneklerle anlatılması.	
2. hafta	Kâğıt katlama yoluyla oluşan alanların incelenmesi	Kare şeklinde kesilmiş, bir kâğıt kullanılarak katlamalar yapılması ve elde edilen yeni şekillerin alanları arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi ve matematiksel açıklamalar sunulabilmesi.	Kâğıt, kalem, cetvel, makas
3. hafta	Dikme, orta dikme ve paralel inşa etme	Pişirme kâğıdı üzerinde bir doğru parçası çizilmesi ve çeşitli katlamalar yoluyla bu doğru parçasına dikme, orta dikme ve paralel olacak doğru parçaları oluşturulması ve ikna edici matematiksel gerekçeler sunulması.	Pişirme kâğıdı, cetvel, makas
4. hafta	Katlamalar yoluyla dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa etme	Pişirme kâğıdı üzerinde bir doğru parçası çizilmesi ve bu doğru parçası bir kenar olacak şekilde katlamalar yoluyla dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa edilmesi, yapılan işlemlerin elde edilen sonuçların matematiksel gerekçeler ve açıklamalarla desteklenmesi.	Pişirme kâğıdı, cetvel, makas
5. hafta	Şekillerin kesilmesi	Farklı özelliklerdeki paralelkenarların kesilmesi sonucu farklı şekillerin oluşturulması, kenar, açı ve alan özelliklerinden değişen ve değişmeyenlerin belirlenmesi, GDA'lara vurgu yapılması ve ikna edici matematiksel açıklamalar oluşturulması.	Paralelkenar ve dikdörtgen çizilmiş kâğıtlar, makas
6. hafta	Çokgenler ile bulmaca oluşturmak	Kare şeklindeki bir kâğıdın altı parçaya ayrılması ve bu altı parçanın birleştirilmesi sonucu bir dikdörtgen oluşturulması; oluşan şeklin bir dikdörtgen olduğunun doğru matematiksel ifadelerle ve açıklamalarla gösterilmesi.	Kare şeklinde kesilmiş bir kâğıt.
7. hafta	Üçgenlerin karşılaştırılması	A4 kâğıdından bir dikdörtgen kesilmesi ve dikdörtgenin üst köşesinin alt karşı köşeyle birleştirilmesi sonucu oluşan üçgenler arasındaki eşlik ve benzerlik durumlarının incelenmesi, alt noktanın hareketi sonucunda GDA'nın kullanılması ve ikna edici açıklamalar sunulması.	A4 kâğıdı, cetvel, makas, açıölçer
8. hafta	Çok küplülerle oluşturulan yapıların farklı görünümlerinin çizilmesi	Projeksiyon cihazı yardımıyla yansıtılan iki boyutlu şekillerin izometrik kâğıda çizilmesi daha sonra birim küpler yardımıyla bazı üç boyutlu yapılar oluşturularak hem farklı yönlerden görünümlerinin izometrik kağıda çizilmesi, farklı yönlerden görünümleri verilen bir çok küplü yapının birim küplerle oluşturulması.	Birim küpler, izometrik kağıt, cetvel, projeksiyon cihazı
9. hafta	Dönme merkezlerinin bulunması	Pişirme kâğıdı yardımıyla eş iki doğru parçasının çeşitli döndürme denemeleri yaparak dönme merkezlerinin belirlenmesi ve dönme merkezlerinin bulunması için genel bir yöntemin keşfedilmeye çalışılması.	Pişirme kâğıdı, cetvel, kalem
10. hafta	Tangramlarla alan karşılaştırılması	Tangram yardımıyla şekillerin arasındaki ilişkilerin incelenmesi, GDA'na yer verilerek ikna edici matematiksel açıklamalar yapılması.	Tangram bulmacası

Tablo 3.2 haftalık yapılan eğitimlerin özet akışını göstermekte olup SM destekli eğitim uygulamalarının daha detaylı bir sunumu Ek 3'te verilmiştir. Her etkinlikte yer alan etkinlik kâğıtları açık uçlu geometri problemleri ve etkinliğin gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlayacak yönergelerden oluşmaktadır. Eğitimlerde gerçekleştirilen etkinliklerin bir örneği Ek 1'de sunulmuştur. SM gruplarında haftalık etkinlikler iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşama katılımcıların etkinliklerdeki problemlere somut materyal kullanarak çözüm bulma ve matematiksel gerekçeler oluşturma, ikinci aşama ise dersi yürüten öğretim üyesinin denetiminde sınıf tartışması yapılmasıdır. İkinci kısımda katılımcıların çözümleri, sundukları gerekçeler ve varsa problemin çözümü için ulaştıkları genellemeler üzerinde konuşulmuş; ikna edici açıklamaların önemine vurgu yapılmıştır. Her bir etkinlikte katılımcılar açıklama yapmaları için teşvik edilmiş, etkinliklerin tamamlanmasından sonra arkadaşlarıyla çözümlerini tartışmış ve en sonunda da sınıf tartışmasına katılmışlardır. Öğretim üyesinin rehberliğinde gerçekleştirilen tartışmalarda etkinlikte kullanılan geometrik düşünme alışkanlıkları, farklı çözüm örnekleri ve ikna edici açıklamalara yer verilmiştir. Her bir öğrencinin geometrik düşünme alışkanlıklarını kazanması ve ifadelerinde gerekçeler, ikna edici açıklamalar sunabilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

3.2.2. Geometer' s Sketchpad (GSP) Yazılımı Destekli Gruplar

Geometri derslerini GSP destekli alan GSP-1 ve GSP-2 gruplarının eğitimleri yazı tahtası, projeksiyon ve GSP 5 yazılımı yüklenmiş yeterli sayıda bilgisayarın bulunduğu bilgisayar laboratuarında gerçekleştirilmiştir. GSP gruplarında materyal olarak GSP dinamik geometri yazılımı ve bilgisayar kullanılmıştır. Araştırmacı eğitimler sırasında genellikle gözlemci konumunda yer almış etkinlikler sırasında yapılanları not almış, zaman zaman da sınıf tartışmalarında görüşlerini belirtmiştir. Aşağıda verilen Tablo 3.3 GSP destekli eğitim alan grupların haftalık eğitim akışını göstermektedir.

Tablo 3.3. GSP Destekli Eğitimlerin Haftalık Öğretim Akışı

Hafta	Kazanım	Etkinliğin amacı
1.hafta	Giriş, ders içeriğinin ve GSP yazılımının tanıtımı	Bilgisayar laboratuarında önceden kurulmuş olan GSP 5 yazılımının çalıştırılması, her bir menünün tanıtılması ve çeşitli çizim denemeleri yapılması; geometrik düşünme alışkanlıklarının neler olduğunun ve örneklerinin sunulması.
2. hafta	GSP yardım ile oluşturulan geometrik şekillerin alanların incelenmesi	GSP yazılımı yardımıyla bazı geometrik şekiller inşa etmek ve alanlarını hesaplayarak, şekillerin alanları arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi, yapılan işlemleri ikna edici matematiksel ifadelerin kullanılması ve GDA'nın neler olduğunun gerekçeleriyle sunulması.
3. hafta	Dikme, orta dikme ve paralel inşa etme	GSP ekranı üzerinde bir doğru parçası inşa edilip, çeşitli dönüşümler ve işlemler sonucunda bu doğruyu referans alan dikme, orta dikme ve paralel doğru parçaları inşa edilmesi; yapılan işlemlerin ve kullanılan GDA'ların doğru matematiksel açıklamalar ve gerekçeleriyle sunulması.
4. hafta	GSP yardımı ile dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa etme	GSP ekranı üzerinde bir doğru parçası inşa edilmesi, çeşitli dönüşümler ve işlemler sonucunda bir kenarı ilk çizilen doğru parçası olan, dikdörtgen, kare, ikizkenar ve eşkenar üçgenin oluşturulması; yapılan işlemlerin ikna edici matematiksel ifadelerle ve gerekçelerle sunulması.
5. hafta	Şekillerin kesilmesi	GSP ekranında oluşturulmuş olan bazı geometrik şekillerin çeşitli dönüşümler uygulanması sonucunda başka şekiller oluşturulması, dönüşüm sonrasında şekillerin değişen ve sabit kalan özelliklerinin belirlenmesi; yapılan işlemlerin doğru çizim ve ikna edici matematiksel açıklamalarla sunulması.
6. hafta	Çokgenler ile bulmaca oluşturmak	GSP ortamında hazır olarak bulunan altı farklı parça içeren bir kare kullanılması, karenin parçalarına çeşitli döndürme, yansıtma ve öteleme dönüşümleri sonucu bir dikdörtgen oluşturulması, elde edilen şeklin dikdörtgen olduğunun gerekçeleriyle ve uygun ifadelerle açıklanması.
7. hafta	Üçgenlerin karşılaştırılması	GSP ortamında önceden hazırlanmış olan bir dikdörtgenin karşı köşesi üzerine katlanmış bir şekil modeli üzerinde alt noktanın hareket ettirilmesi sonucu değişen ve sabit kalan özelliklerin incelenmesi, oluşan üçgenlerde benzerlik ve eşlik şartlarının incelenmesi, süreçte kullanılan GDA'ların neler olduğunun gerekçeleriyle sunulması.
8. hafta	Çok küplülerle oluşturulan yapıların farklı görünümlerinin çizilmesi *	İki boyutlu şekillerin izometrik kâğıda çizilmesi daha sonra birim küpler yardımıyla bazı üç boyutlu yapılar oluşturularak hem farklı yönlerden görünümlerinin izometrik kağıda çizilmesi, farklı yönlerden görünümleri verilen bir çok küplü yapının birim küplerle oluşturulması.
9. hafta	Dönme merkezlerinin bulunması	GSP yazılımından yararlanarak eş iki doğru parçasının çizilmesi ve çeşitli döndürme denemeleri yapılarak dönme merkezlerinin belirlenmesi,
10. hafta	Farklı yollarla alan karşılaştırılması	Dinamik ortamda hazır olarak bulunan bir tangram karesinin parçaları kullanılması, çeşitli dönüşümler yardımıyla tangram parçalarının alanları arasındaki ilişkilerin araştırılması (örneğin tangram parçalarından iki küçük üçgenin alanları toplamı küçük karenin alanına eşittir), yaptıkları işlemleri, keşfettikleri ilişkilerin ikna edici matematiksel ifadelerle sunulması.

*Sekizinci hafta etkinliği GSP yazılımının etkinlik için uygun olmaması nedeniyle SM gruplarıyla benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.3'de özet olarak sunulmuş olan GSP gruplarındaki öğretim akışı Ek 4'te daha ayrıntılı olarak sunulmuştur. Hem SM hem de GSP gruplarında haftalık eğitimler birbiriyle eş güdümlü olacak şekilde yürütülmüştür. Etkinliklerde kullanılan etkinlik yaprakları gruplar için benzer olup, katılımcıların aynı kazanımlara farklı yöntemlerle ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Etkinlikler sonunda tüm katılımcıların geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları, ikna edici açıklamalar, doğru çizimler yapabilmeleri amaçlanmıştır.

3.3. KATILIMCILAR

Bu araştırmanın çalışma grubu 2011-2012 eğitim öğretim yılı bahar döneminde geometri derslerini alan Gaziantep Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde okuyan 139 birinci sınıf öğrencisidir. Araştırmada iki somut materyal (SM) ve iki Geometer's Sketchpad (GSP) grubu olmak üzere dört grup bulunmaktadır. Bu dört grubun ikisi birinci öğretim diğer ikisi de ikinci öğretim öğrencilerinden oluşmaktadır. Her bir yönteme göre eğitim alan hem birinci öğretim hem de ikinci öğretim öğrencileri olmuştur. Araştırmaya SM sınıflarında 72 GSP sınıflarında 67 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerden SM-1, SM-2, GSP-1 ve GSP-2 gruplarında bulunan öğrenci sayıları Tablo 3.4'de görülmektedir.

Tablo 3.4. Araştırmaya katılan gruplardaki öğrenci sayıları

Gruplar	Kız	Erkek	Toplam
SM-1	24 (% 17,2)	9 (% 6,5)	33 (% 23,7)
SM-2	29 (% 20,9)	10 (% 7,2)	39 (% 28,1)
GSP-1	23 (% 16,6)	12 (% 8,6)	35 (% 25,2)
GSP-2	26 (% 18,7)	6 (% 4,3)	32 (% 23)
Toplam	102 (% 73,4)	37 (% 26,6)	139 (% 100)

Tabloda verilenlere göre SM grupları Somut Materyal destekli, GSP Grupları da Geometer's Sketchpad destekli eğitim almışlardır. SM-1 ve GSP-1 grupları birinci öğretim öğrencilerinden, SM-2 ve GSP-2 öğrencileri ikinci öğretim öğrencilerinden oluşmaktadır. Eğitimler iki farklı öğretim üyesi tarafından yürütülmüş ve her bir öğretim üyesi farklı bir yöntem kullanarak öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

3.4. VERİ TOPLAMA ARACI

Araştırmanın verileri 2011-2012 eğitim-öğretim yılı bahar dönemindeki geometri derslerinden elde edilmiştir. Araştırmaya katılan tüm gruplarda eğitimler öncesinde ve sonrasında öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar ve açıklamalardaki değişimin incelenebilmesi amacıyla Geometri Başarı Testi (GBT) uygulanmıştır. GBT eğitimlerdeki etkinliklerle paralellik gösteren ve öğrencilerin gerekçeler sunmalarını, açıklamalar yapabilmelerini gerektiren 9 açık uçlu sorudan oluşmaktadır.

GBT'yi oluşturan açık uçlu sorular, dersleri yürüten iki öğretim üyesi tarafından literatürdeki ilgili kaynaklardan (Driscoll vd., 2007; http://timssvideo.com/67) uyarlanarak geliştirilmiştir. Sorular ve hangi kaynaklardan alındığı Ek 2'de daha ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Testteki soruların tamamı öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanmalarını, akıl yürütmeler yapmalarını gerektiren yapıdadır. Bu sayede öğrencilerin kavramsal gelişimleri hakkında da bir fikir elde edilebileceği düşünülmüştür.

GBT araştırmanın katılımcılarına uygulanmadan önce 44 (20 kız, 24 erkek) ilköğretim matematik öğretmenliği 3. Sınıf öğrencisine uygulanarak veri toplama aracının pilot çalışması yapılmıştır. Pilot çalışmada amaç öğrencilerin açık uçlu sorularda istenilenleri tam olarak anlayıp anlayamadıklarını, karmaşık veya anlaşılmaz gelen bazı ifadelerin düzeltilmesiydi. Pilot çalışma yaklaşık 1,5 saat sürmüştür. Uygulama sırasında öğrencilerden açık uçlu sorularda anlamadıkları yerleri belirtmeleri, çözümlerinde matematiksel gerekçeler ve açıklamalara yer vermeleri istenmiştir. Pilot çalışma sonunda katılımcılara 9 açık uçlu sorudan oluşan GBT'nin herhangi bir değişiklik yapılmadan ön test ve son test olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Veri toplama aracının kapsam geçerliliğinin sağlanması için, testte yer alan her bir açık uçlu sorunun hedeflenen kazanımları ölçmede ne ölçüde yeterli olduğu araştırılmış ve haftalık olarak gerçekleştirilecek etkinliklerle uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca geçmiş yıllarda yürütülen geometri derslerindeki deneyimlerden yararlanılmış, ilgili kaynaklar taranarak soruların seçimi yapılmış ve alanında uzman bir matematik eğitimcisinin görüşüne başvurularak testin kapsam geçerliliği sağlanmıştır.

3.5. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

GBT katılımcılara, eğitimler başlamadan önce ve 10 haftalık eğitimlerin sonrasında ön test ve son test olarak uygulanmıştır. GBT'nin uygulanması sırasında tüm gruplardan aynı anda veri toplanabilmesi ve güvenilirliğin sağlanması için sınav öğrencilerin sığabileceği fakülte amfi salonunda gerçekleştirilmiştir. Uygulama yaklaşık 1,5 saat sürmüş ve hem araştırmacı hem de dersleri yürüten öğretim üyeleri sınavda gözetmenlik yapmıştır. Bu yolla öğrencilerinin birbirinin cevaplarından etkilenmeleri engellenmeye çalışılmıştır. Katılımcılara 9 açık uçlu soruyu doğru çözmelerinin yanında çözümlerini açıklamalarının da önemli olduğu ifade edilmiştir.

Ön test ve son test uygulamalarından elde edilen veriler yardımıyla öğrencilerin cevapları doğruluk ve çözümlerin açıklanması yönünden ayrı ayrı incelenmiş eğitimler sonunda nicel ve nitel olarak ne tür değişimlerin meydana geldiği ve eğitim türünün önemli bir fark oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır. GBT'de 9 soru bulunmakta iken, analiz sürecinde 2, 7 ve 9. sorular değerlendirmeye alınmamıştır. Bunun nedeni bu sorulara katılımcıların verdikleri cevapların analiz için yeterli veri sağlayamaması veya sorunun açıklama yapılması için uygun olmamasıdır. Örneğin 7. soruda farklı yönlerden görünüşü verilen üç boyutlu bir yapının çizilmesi istenmektedir. Bu soru ders sürecinde hedeflenen kazanımlarla ilişkili olduğundan pilot çalışma sonucu çıkarılmamış fakat çözümün açıklanması yönünden veri sağlamayacağı düşünüldüğünden araştırmanın analizlerinde kullanılmamıştır. Sonuç olarak veri analizinde toplam 6 sorunun analizi yapılmıştır.

3.6. VERİ ANALİZ SÜRECİ

SM ve GSP destekli eğitimlerin etkilerini incelemek ve gruplar arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla ilk olarak verilerin nicel analizi yapılmıştır. Daha sonrada hem genel bulgular sunabilmek ve hem de sorular bazında verilen yanıtlardan çeşitli sonuçlar elde edebilmek amacıyla nitel analizler yapılmıştır. Nitel analizlerde her bir soru, hem cevabın doğruluğu hem de çözümün açıklanması yönünden incelenmiş katılımcıların tekrar eden yanıtları, ortak hataları belirlenerek "Her bir soru için genel bulgular" başlığı altında sunulmuştur. Verilerin analizi sürecinde araştırmacı ve eğitimleri gerçekleştiren öğretim üyeleri sürekli işbirliği içerisinde bulunmuş ve bu yolla kod ve kategorilerde görüş birliğine varılması mümkün olmuştur.

Verilerin analizleri yapılırken katılımcıların cevapları iki yönden değerlendirilmiştir. Öncelikle açık uçlu sorulara verilen cevapların doğruluğu incelenmiş daha sonra da çözümlerin açıklanması yönünden analiz yapılmıştır. Bu tür bir analizin yapılması fikri literatürde bazı kaynaklarda karşılaşılan ve açık uçlu sorular içeren testlerde cevapların farklı açılardan analiz edildiğinin görülmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Cai (2003) araştırmasında matematiksel düşünme süreçlerini incelemek amacıyla açık uçlu sorulara katılımcıların verdikleri cevapları " cevapların doğruluğu", "çözümün gösterimi" ve "çözümün açıklanması" yönünden kategorilere ayırarak analiz etmiştir. Cai (2003) ayrıca açık uçlu sorulara verilen cevaplar yoluyla öğrencilerin matematiksel akıl yürütmeleri, problem çözerken yaptıkları gerekçelendirmeleri ve kullandıkları matematiksel dil hakkında fikir yürütülebileceğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Yeşildere ve Türnüklü'de Cai'nin analiz çerçevesini kullanarak öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme süreçlerini incelemişlerdir (Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Ayrıca Karakoca'da (2011) 6. Sınıf öğrencilerinin problem çözmede matematiksel düşünmeyi kullanma durumlarını belirlemek amacıyla yine Cai'nin (2003) analiz çerçevesini kullanmıştır. Bu tez çalışmasında da GBT'deki açık uçlu sorulara verilen cevaplar Cai'nin (2003) analiz çerçevesi kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcıların cevapları hem *cevabın doğruluğu* hem de *çözümün açıklanması* yönünden incelenmiştir. *Cevabın doğruluğu* yönünden yapılan analiz, katılımcıların GBT'den aldıkları puan ortalamalarının eğitimler sonunda nasıl değiştiğini görmeyi amaçlamakta; *çözümün açıklanması* yönünden yapılan analizde ise katılımcıların GBT' deki sorulara yaptıkları çözümleri gerekçeleriyle açıklayıp açıklamadıkları, doğru çizim, sembol ve matematiksel gösterimlere yer verip vermediklerini belirlemek amaçlanmıştır.

Analizler sırasında her bir soru öncelikle *cevabın doğruluğu* yönünden "Doğru cevap", "Kısmen doğru cevap" ve "Yanlış cevap" olarak kodlanmış ve puanlama yapılmıştır. Bu puanlamaya göre yanlış cevap verenler 1 puan, kısmen doğru cevap verenler 2 puan ve doğru cevap verenlerde 3 puan olarak kodlanmıştır. *Çözümün açıklanması* yönünden ise cevaplar "Tam ve ikna edici açıklama", "Eksik açıklama", "Yanlış açıklama" ve "Hiçbir açıklama yok" olarak kodlanmış ve puanlanmıştır. Puanlamaya göre hiçbir açıklama yapmayanlar 1 puan, yanlış açıklama yapanlar 2 puan, eksik açıklama yapanlar 3 puan ve tam ve ikna edici açıklama yapanlar 4 puan olarak kodlanmıştır. Katılımcıların GBT'den alabilecekleri en yüksek puan cevabın doğruluğu yönünden 18 puan ve çözümün açıklanması yönünden 24 puandır. Alabilecekleri en düşük puan ise 6 puandır. Aşağıda genel olarak cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden kullanılan kategoriler ve tanımları Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da sunulmuştur. Ayrıca tablodaki kategoriler ve tanımlara ilişkin katılımcıların cevaplarına örnekler sunulmuştur.

Tablo 3.5. Cevabın doğruluğu yönünden kullanılan kategorilerin tanımları

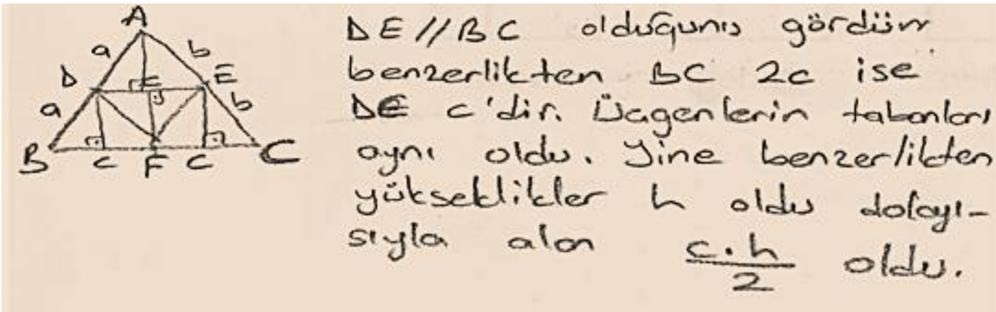
Kategori	Tanım
Doğru cevap	Soruyu doğru bir şekilde çözen, doğru matematiksel gösterim ve sembollere yer veren, geometrik çizimlerin doğru yapıldığı ve problemin doğru anlaşıldığı görülen yanıtlar bu kategoride değerlendirilmiştir.
Kısmen doğru cevap	Soruya verilen cevap kısmen doğru ifadeler içerse de soru da istenene tam cevap verilememesi, doğru çizim yapılmasına rağmen gerekçeler sunulmaması, yeterli bilginin verilmemesi bu kategoride değerlendirilmiştir.
Yanlış cevap	Soruya yanlış cevap verilmesi, boş bırakılması veya yapılan çözümün soruda istenilene yanıt olamaması, ilgisiz çizim ve açıklamaların yapılması bu kategoride değerlendirilmiştir.

Cevabın doğruluğunun analizi

Katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar cevabın doğruluğu yönünden analiz edilirken Tablo 3.5'de gösterilen kategori ve tanımlar yardımıyla kodlamalar yapılmıştır. GBT'deki birinci soru ve birinci soru için her bir kategoriye uygun örnekler aşağıda sunulmuştur.

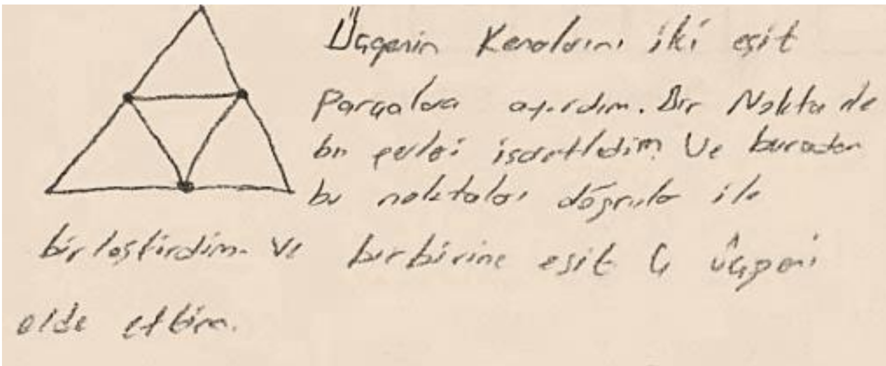
> **Soru 1:** *Herhangi bir üçgenin kenarlarının orta noktalarını birleştirdiğimizde bu üçgenin eşit alanlı dört üçgene ayrıldığını çizerek ve açıklayarak gösteriniz.*

Tablo 3.5'e göre GBT'deki birinci soru için katılımcının (#57) cevabı "doğru cevap" olarak kodlanmıştır.



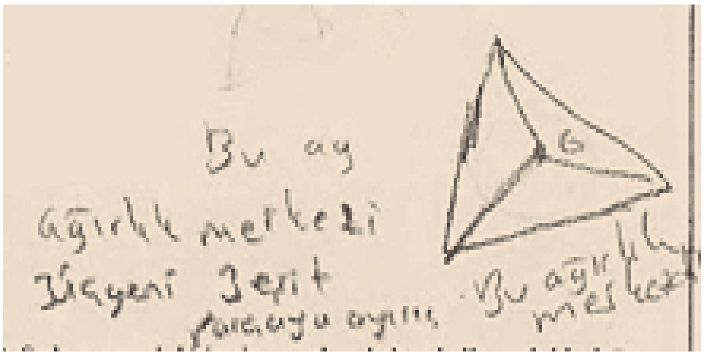
Şekil 3.1. 57 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap

Katılımcının (#57) cevabı incelendiğinde hem soruya doğru cevap verildiği, doğru matematiksel gösterim ve sembollere yer verildiği (paralellik, diklik) görülmektedir. Başka bir katılımcının (#59) cevabı ise “kısmen doğru” olarak kodlanmıştır.



Şekil 3.2. 59 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap

Şekil 3.2 incelendiğinde katılımcının yaptığı işlemleri adım adım anlattığı fakat yükseklik, kenarların eşliği gibi matematiksel gösterimlere yer vermediği ve dört üçgenin alanının eşitliği hakkında yeterli bilgi sunmadığı görülmektedir. Birinci soru için “yanlış cevap” veren bir katılımcının (#7) cevabı şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.3. 7 numaralı katılımcının birinci soruya verdiği cevap

Şekil 3.3 incelendiğinde kenar orta noktaları birleştirmek yerine kenarortayların oluşturulduğu ve dört üçgen yerine üç üçgen elde edildiği görülmektedir. Bu nedenle katılımcının bu cevabı “yanlış cevap” olarak kodlanmıştır.

Açıklamaların analizi

Katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar çözümün açıklanması yönünden analiz edilirken Tablo 3.6’da gösterilen kategori ve tanımlar yardımıyla kodlanmıştır.

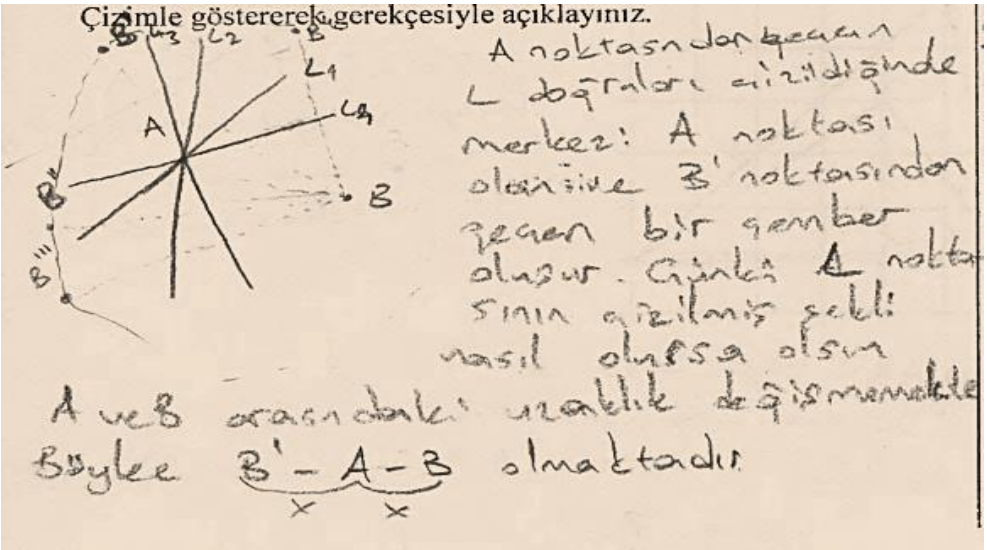
Tablo 3.6. Çözümün açıklanması yönünden kullanılan kategorilerin tanımları

Kategori	Tanım
Tam ve ikna edici açıklama	Soruyu doğru olarak çözülmesinin yanında çözümünü doğru matematiksel gösterim ve sembollerle gösterilen, açıklamalarını matematiksel gerekçelerle destekleyen yanıtlar bu kategoride değerlendirilmiştir.
Eksik açıklama	Sorunun doğru veya kısmen doğru çözülmesine rağmen belirsiz ifadelerin yer aldığı, matematiksel gerekçelere, yeterli sembol ve gösterimlere yer verilmemiş yanıtlar bu kategoride değerlendirilmiştir.
Yanlış açıklama	Sorunun yanlış çözüldüğü, işlem hatası veya kavramsal yanlışların yapıldığı, soruda istenene çözüm olamayan ilgisiz ifade ve açıklamalar bu kategoride değerlendirilmiştir.
Hiçbir açıklama yok	Soruda üzerinde hiçbir matematiksel gösterim ve ifadenin yer almadığı çizimler yapılan, sorunun cevapsız bırakıldığı durumlar bu kategoride değerlendirilmiştir.

GBT ikinci sorusu ve bu soru için her bir kategoriye uyan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

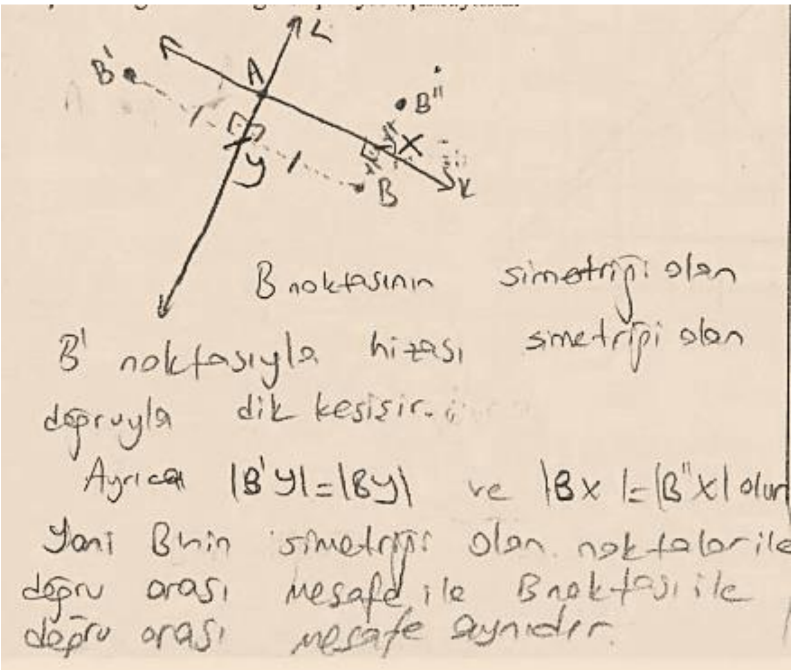
Soru 2: *Bir düzlem üzerinde yer alan herhangi A ve B noktaları olsun. A noktasından geçen bir L doğrusu çizin ve B noktasının L doğrusuna göre simetrisi olan noktayı* B^I olarak belirleyiniz. *Bu işleme devam ederseniz yani A noktasından geçen farklı doğrular çizip B noktasının bu doğrulara göre simetriğini bulursanız oluşacak* B^I *noktaları hakkında ne söyleyebilirsiniz? Çizimle göstererek gerekçesiyle açıklayınız.*

Tablo 3.6’a göre altmış iki numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap “ tam ve ikna edici açıklama” olarak kodlanmıştır.



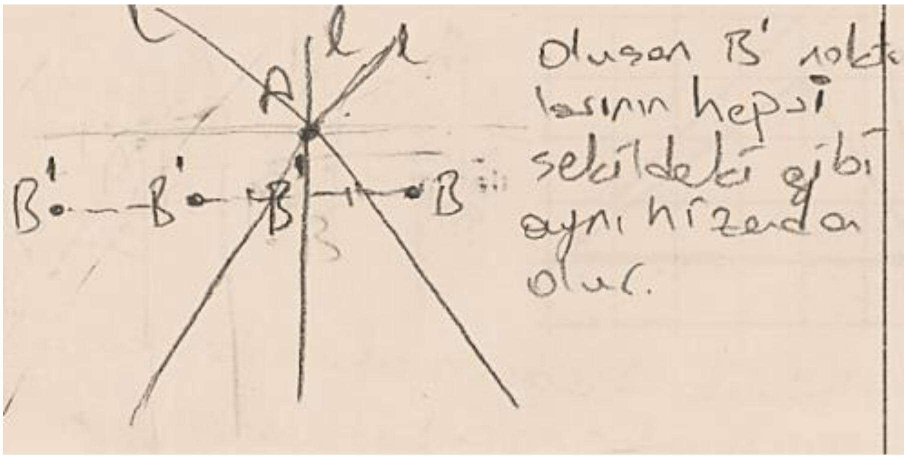
Şekil 3.4. 62 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap

Katılımcının (#62) cevabı incelendiğinde sorunun doğru cevaplandığı, yeterli matematiksel gerekçeler sunulduğu ve doğru çizim yapıldığı görülmektedir. Bu nedenle de katılımcının cevabı “tam ve ikna edici açıklama” olarak kodlanmıştır. Altmış sekiz numaralı katılımcının cevabı ise “eksik açıklama” olarak kodlanmıştır. Katılımcının (#68) cevabı Şekil 3.5’de görülmektedir.



Şekil 3.5. 68 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap

Şekil 3.5 incelendiğinde, katılımcının doğru açıklamalar yaptığı, matematiksel gösterimlere yer verdiği fakat tüm noktaların birleşimi sonucu bir çember oluşacağını ifade edemediği görülmektedir. Otuz dokuz numaralı katılımcının (# 39) ikinci soruya verdiği cevap ise şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. 39 numaralı katılımcının ikinci soruya verdiği cevap

Şekil 3.6 incelendiğinde katılımcının bir noktanın farklı doğrulara göre simetrilerinin aynı noktada bulunacağını belirttiği ve bu nedenle de soruya yanlış cevap verdiği görülmektedir. Katılımcının soruya verdiği cevap çözümün açıklanması yönünden "yanlış açıklama" olarak değerlendirilmiştir.

Katılımcılar üçüncü soruya herhangi bir yanıt vermediğinde (# 63) çözümün açıklanması yönünden "hiçbir açıklama yok" şeklinde kodlanmıştır.

Verilerin analizine başlanmasıyla birlikte araştırmacı öncelikle tüm cevap kâğıtlarını incelemiştir. Matematik eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesi ve araştırmacı birlikte veri analizinde kullanılacak çerçeveye karar vermişlerdir. Buna göre her bir soru için hangi cevapların hangi kategori içine dâhil edileceği ve gerekçeleri üzerinde tartışılmıştır. Görüşmeler sonucu EK 5'de görülen tablolar oluşturulmuş ve araştırmacı bu kategori ve tanımlara göre her bir katılımcının verilerini kodlama aşamasına geçmiştir.

Araştırmanın güvenirliğinin sağlanması için matematik eğitimi alanında yüksek lisans yapan ve tez döneminde bulunan başka bir araştırmacı ile çalışılmıştır. Öncelikle 10'u ön test 10' u da son test olmak üzere rastgele seçilen 20 cevap kâğıdı hem "*cevabın doğruluğu*" hem de *"çözümün açıklanması" yönünden* iki ayrı araştırmacı tarafından bağımsız olarak kodlanmıştır ve frekanslar tablo haline getirilmiştir. İki araştırmacının yapmış oldukları kodlamalar karşılaştırılmış " Görüş Birliği" ve "Görüş Ayrılığı" olan kodlar sayılarak uyuşum yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırmacılar ilgili soru için aynı kodlamayı yaptıklarında " Görüş Birliği" , farklı bir kod verdiklerinde ise "Görüş Ayrılığı" olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra bir araya gelinerek yapılan kodlamalar değerlendirilmiş ve anlaşmazlıklar üzerinde tartışılarak fikir birliğine varılmıştır.

Uyuşum yüzdesi, Robson'un (1993) formülü kullanılarak hesaplanmış böylece güvenirlik ortalaması elde edilmiştir:

$$P(Uyuşum\ Yüzdesi) = \frac{Na\ (Görüş\ Birliği)}{Na\ (Görüş\ Birliği) + Nd\ (Görüş\ Ayrılığı)} x100$$

Güvenirlik çalışması sırasında ilk aşamada yapılan (10 ön test-10 son test) kodlamalar karşılaştırıldığında iki araştırmacının kodlarındaki uyuşum yüzdesi cevabın doğruluğu için 0,65 ve çözümün açıklanması içinse 0,51 olarak bulunmuştur. Uyuşum yüzdesinin 0,80'nin altında olması nedeniyle araştırmacılar yeniden bir araya gelmiş, farklı kodlamalar ve gerekçeleri hakkında tartışılmıştır. Daha sonra ilk aşamada analizi yapılanlardan farklı yine 10'u ön test 10'u da son test olan 20 cevap kâğıdı daha bağımsız olarak analiz edilmiştir. Yapılan kodlamaların karşılaştırılması sonucu hesaplanan uyuşum yüzdesinin yükseldiği, cevabın doğruluğu için 0.92 çözümün açıklanması içinse 0,93 olduğu görülmüştür. Elde edilen bu oranların araştırmanın güvenirliği için kabul edilebilir düzeyde oldukları görülmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Güvenirlik çalışması sürecinde elde edilen veriler hakkında iki matematik eğitimcisi ile görüşülmüş ve görüş farklılığı olan kod ve kategoriler hakkında tartışılarak fikir birliğine varılmıştır.

Güvenirlik çalışmasının tamamlanmasından sonra katılımcılardan elde edilen ön test ve son test verilerinin tamamı belirtilen kategorilere göre araştırmacı tarafından kodlanmış ve veriler önce elektronik tablo ortamına daha sonra da SPSS programına girilerek analizler yapılmıştır. SPSS programına girilen veriler yardımıyla katılımcıların SM ve GSP destekli eğitimler sonucu gelişimleri incelenmiş ve gruplar arasında karşılaştırmalar yapılabilmiştir. Nicel analizlerde, gruplar arasında karşılaştırmalar yapabilmek ve eğitimler sonundaki değişimleri incelemek için SPSS yardımıyla ilişkili örneklemler için t-testi ve bağımsız örneklemler için t-testi yapılmıştır. Nitel analizlerde ise bütün katılımcıların verileri tek tek incelenmiş ve her bir soru için katılımcıların tekrar eden yanıtları, yaptıkları açıklama ve gerekçeler, kullandıkları matematiksel dil hakkında genel değerlendirmeler yapılmış ve çeşitli frekanslar sunulmuştur.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. BULGULAR

4.1.1. Geometri Başarı Testi Genel Analiz ve Bulguları

Araştırmada ön test ve son test olarak uygulanan Geometri Başarı Testi'nin (GBT) analizi sonucu elde edilen bulgular iki yönden incelenmiştir. Tüm gruplardaki katılımcıların GBT'deki sorulara verdikleri cevaplar hem cevapların doğruluğu hem de çözümün açıklanması yönünden incelemiştir.

4.1.1.1. Katılımcıların GBT ortalama puanlarının eğitim türüne göre değişiminin incelenmesi

Katılımcıların aldıkları eğitim türüne göre (SM ve GSP) ön test ve son test verilerinin betimsel analizi yapılmıştır. Bu kapsamda katılımcıların eğitimler öncesi ortalama puanlarındaki değişimler hem cevabın doğruluğu hem de çözümün açıklanması yönünden incelenmiştir.

Cevabın doğruluğu yönünden değişimin incelenmesi

Cevabın doğruluğu yönünden ortalama puanların eğitim türüne göre nasıl değiştiğini incelemek amacıyla yapılan betimsel analiz sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.1' de görülmektedir.

Tablo 4.1. Cevabın doğruluğu yönünden GBT ortalama puanlarındaki değişimin betimsel istatistikleri

Cevabın Doğruluğu*		Ön Test Ortalama Puanları			Son Test Ortalama Puanları		
		$\overline{X}$	Ss	N	$\overline{X}$	Ss	N
Tüm grup		11.58	2.33	139	13.83	2.26	139
Eğitim türü	SM	11.50	2.28	72	13.82	2.17	72
	GSP	11.67	2.40	67	13.85	2.35	67

* Ön test ve son test ortalama puanları 18 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1 incelendiğinde SM grubunun eğitimler öncesi ortalama puanının 11.50 olduğu, eğitimlerden sonra ise ortalama puanın 13.82'ye yükseldiği görülmektedir. GSP grubunun ortalama puanı eğitimler öncesi 11.67 iken eğitimler sonrasında 13.85'e yükselmiştir. Ortalama puanların hem ön test hem de son testte GSP grubunda daha yüksek olduğu görülmektedir.

SM ve GSP destekli eğitim alan tüm katılımcıların cevabın doğruluğu yönünden son testte ortalama puanlarının yükseldiği söylenebilir. Tablo 4.1'den de anlaşıldığı üzere eğitimlerin katılımcıların geometri başarılarını arttırmada etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Çözümün açıklanması yönünden değişimin incelenmesi

Çözümün açıklanması yönünden GBT ortalama puanlarının eğitim türüne göre nasıl değiştiğinin incelenebilmesi için yapılan betimsel istatistiklerin sonuçları Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Çözümün açıklanması yönünden GBT ortalama puanlarındaki değişimin betimsel istatistikleri

Çözümün Açıklanması *		Ön Test Ortalama Puanları			Son Test Ortalama Puanları		
		$\overline{X}$	Ss	N	$\overline{X}$	Ss	N
Tüm grup		15.72	2.36	139	18.42	2.56	139
Eğitim türü	SM	15.64	2.47	72	18.72	2.63	72
	GSP	15.81	2.24	67	18.09	2.47	67

*Ön test ve son test ortalama puanları 24 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2 incelendiğinde çözümün açıklanması yönünden SM gruplarının eğitimler öncesinde 15.64 olan ortalama puanlarının eğitimler sonrasında 18.72'ye yükseldiği görülmektedir. GSP grubunda ise eğitimler öncesi ortalama puanları 15.81 iken eğitimler sonrasında 18.09'a yükselmiştir. SM grupları ortalama puanlarının GSP grupları ortalama puanlarından daha fazla yükseldiği görülmektedir.

Çözümün açıklanması yönünden katılımcıların verilerinden elde edilen bulgulardan yola çıkarak hem SM hem de GSP destekli eğitimlerin katılımcıların geometri problemlerine yaptıkları açıklamalarına olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Tablo 4.2 tüm gruplar için katılımcıların eğitimler sonrasında açıklama puanlarının yükseldiğini göstermektedir.

4.1.1.2. Tüm katılımcıların GBT ortalama puanlarındaki değişimin incelenmesi

Bu kısımda 139 katılımcının ön test ve son test verileri cevapların doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden değerlendirilecektir.

Cevapların doğruluğu yönünden tüm katılımcıların puanlarındaki değişimin incelenmesi

Tüm katılımcıların cevabın doğruluğu yönünden ön test ve son test puanlarındaki değişim, ilişkili örneklemler için t-testi yapılarak araştırılmıştır. Tablo 4.3 öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların doğruluk puanlarındaki değişimi ve bu değişimin anlamlılığını gösteren t-testi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4.3. GBT cevapların doğruluğu için ön test-son test ortalama puanlarının t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön test	139	11.58	2.33	138	-11.51	.000
Son test	139	13.83	2.26			

Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin eğitimler sonrasında GBT' ye verdikleri cevapların doğruluğunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmuştur, $t(138)= -11.51$; $p<.01$. Katılımcıların eğitimler öncesinde cevapların doğruluğu ortalama puanları X=11.58 iken, eğitimler sonrasında $\overline{X}$ = 13.83'e yükselmiştir. Bu bulgu SM ve GSP destekli olarak gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin GBT'deki sorulara verdikleri cevapların doğruluğunu arttırmada önemli bir etkisi olduğunu gösterir.

Çözümün açıklanması yönünden tüm katılımcıların puanlarındaki değişimin incelenmesi

Tüm katılımcıların çözümün açıklanması yönünden aldıkları ortalama puanlar ilişkili örneklemler için t-testi yapılarak incelenmiştir. Katılımcıların ön test ve son test ortalama puanları arasında farkın olup olmadığı ve varsa bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için yapılan t-testi sonuçları Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. GBT çözümün açıklanması için ön test-son test ortalama puanlarının t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön test	139	15.72	2.36	138	-12.66	.000
Son test	139	18.42	2.56			

Tablo 4.4 incelendiğinde katılımcıların eğitimler sonunda çözümün açıklanması yönünden ortalama puanlarında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür, t(138)=-12.66, p<.01. Eğitimler öncesinde çözümün açıklanması toplam puanları X=15.72 iken eğitimler sonrasında $\overline{X}$ =18.42'e yükselmiştir. Bu bulgu SM ve GSP destekli olarak gerçekleştirilen eğitimlerin katılımcıların açıklamalarına önemli bir etkisinin olduğunu gösterir.

4.1.1.3. SM ve GSP gruplarının eğitimler öncesi GBT ortalama puanlarının karşılaştırılması

Bu kısımda eğitim türüne göre iki farklı gruba dağılmış katılımcıların eğitimler öncesinde cevapların doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden ortalama puanları karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Araştırmaya katılan 139 katılımcının (72 katılımcı SM, 67 katılımcı GSP) ön test verileri kullanılarak eğitimler öncesinde grupların puan ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla bağımsız örneklemler için t-testi kullanılmıştır.

Cevabın doğruluğu yönünden SM ve GSP gruplarının ön test ortalama puanlarının karşılaştırılması

SM ve GSP gruplarının eğitimler öncesinde cevapların doğruluğu yönünden ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları Tablo 4.5' te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. GBT cevabın doğruluğu için ön test ortalama puanlarının bağımsız örneklemler t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	P
SM	72	11.50	2.28	137	0.432	.666
GSP	67	11.67	2.40			

Tablo 4.5 incelendiğinde SM ve GSP destekli eğitim alan katılımcıların eğitimler öncesinde cevapların doğruluğu yönünden GBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir, t(137)=0.432, p>.01. SM destekli grupların ortalama puanı ($\overline{X}$ =11.50), GSP destekli grupların ortalama puanından ($\overline{X}$ =11.67) daha düşüktür ancak bu fark anlamlı bir düzeyde değildir.

Çözümün açıklanması yönünden SM ve GSP gruplarının ön test ortalama puanlarının karşılaştırılması

Çözümün açıklanması yönünden SM ve GSP gruplarının eğitimler öncesi GBT ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız örneklemler t-testi sonuçları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. GBT çözümün açıklanması için ön test ortalama puanlarının bağımsız örneklemler t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	p
SM	72	15.64	0.41	137	0.417	.678
GSP	67	15.81	0.37			

Tablo 4.6'a göre SM ve GSP destekli eğitim alan katılımcıların eğitimler öncesinde çözümün açıklanması yönünden GBT ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir, t(137)=0.417, p>.01. Çözümün açıklanması

yönünden SM gruplarının ortalama puanı ($\overline{X}$ =15.64), GSP gruplarının ortalama puanından ($\overline{X}$ =15.81) daha düşüktür ancak bu fark anlamlı bir düzeyde değildir.

4.1.1.4. SM ve GSP gruplarının GBT fark puanlarının (ön test-son test) karşılaştırılması

Eğitimler sonunda SM ve GSP gruplarının her ikisinde de GBT puan ortalamalarının hem cevabın doğruluğu hem de çözümün açıklanması yönünden anlamlı olarak yükseldiği Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'de görülmektedir. Puan ortalamalarındaki bu yükselmenin, SM ve GSP grupları arasında değişkenlik gösterip göstermediğinin incelenmesi için bağımsız örneklemler t-testi yapılmıştır. Öncelikle bütün katılımcıların cevapların doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden ortalama fark puanları hesaplanmıştır. Daha sonra da cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden ayrı ayrı bağımsız örneklemler t- testi yapılmıştır.

Cevabın doğruluğu yönünden SM ve GSP gruplarının puan ortalamalarındaki değişimin incelenmesi

Cevabın doğruluğu yönünden SM ve GSP gruplarının fark puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi için yapılan bağımsız örneklemler t-testi sonuçları Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Cevabın doğruluğu yönünden GBT fark puanlarının eğitim türüne göre bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	p
SM	72	2.32	2.19	137	0.357	.721
GSP	67	2.18	2.44			

Katılımcıların cevabın doğruluğu yönünden GBT fark puanları eğitim türüne göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir, t(137)=0.357; p>.01. SM grubunda yer alan katılımcıların fark puanı ($\overline{X}$ =2.32) GSP grubunda yer alan katılımcıların fark puanından ($\overline{X}$ =2.18) daha yüksektir fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde değildir. Bu bulgu cevabın doğruluğu yönünden katılımcıların fark puanları ile eğitim türü arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Çözümün açıklanması yönünden SM ve GSP gruplarının puan ortalamalarındaki değişimin incelenmesi

Çözümün açıklanması yönünden SM ve GSP gruplarının fark puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi için yapılan bağımsız örneklemler t-testi sonuçları Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Çözümün açıklanması yönünden GBT fark puanlarının eğitim türüne göre bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Geometri Başarı Testi	N	$\overline{X}$	Ss	Sd	t	p
SM	72	3.08	2.38	137	1.892	.061
GSP	67	2.28	2.60			

Tablo 4.8 incelendiğinde katılımcıların çözümün açıklanması yönünden GBT fark puanları arasında eğitim türüne göre anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir, $t(137)=1.892$; $p > .01$. SM gruplarında eğitim alan öğrencilerin fark puanlarının ($\overline{X}$ =3.08) GSP gruplarında eğitim alan öğrencilerin fark puanlarından ($\overline{X}$ =2.28) yüksek olduğu görülmektedir, fakat bu fark anlamlı bir düzeyde değildir. Bu bulgu çözümün açıklanması yönünden katılımcıların fark puanları ile eğitim türü arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Verilerin nicel analizlerinden elde edilen bulguların genel bir değerlendirmesi yapıldığında, hem SM hem de GSP destekli eğitim alan katılımcıların ön testte ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ve son testte de eğitim türüne göre grupların ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmadığı görülmektedir. Bununla birlikte hem SM hem de GSP destekli eğitim alan katılımcıların cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönlerinden ortalama puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gerçekleşmiştir. Elde edilen bulgulara dayanarak SM ve GSP destekli eğitimlerin katılımcıların geometri başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına anlamlı bir etkide bulunduğu söylenebilir.

4.1.2. Her Bir Sorunun Çözümün Açıklanması Yönünden Betimsel İstatistikleri ve Genel gözlemler

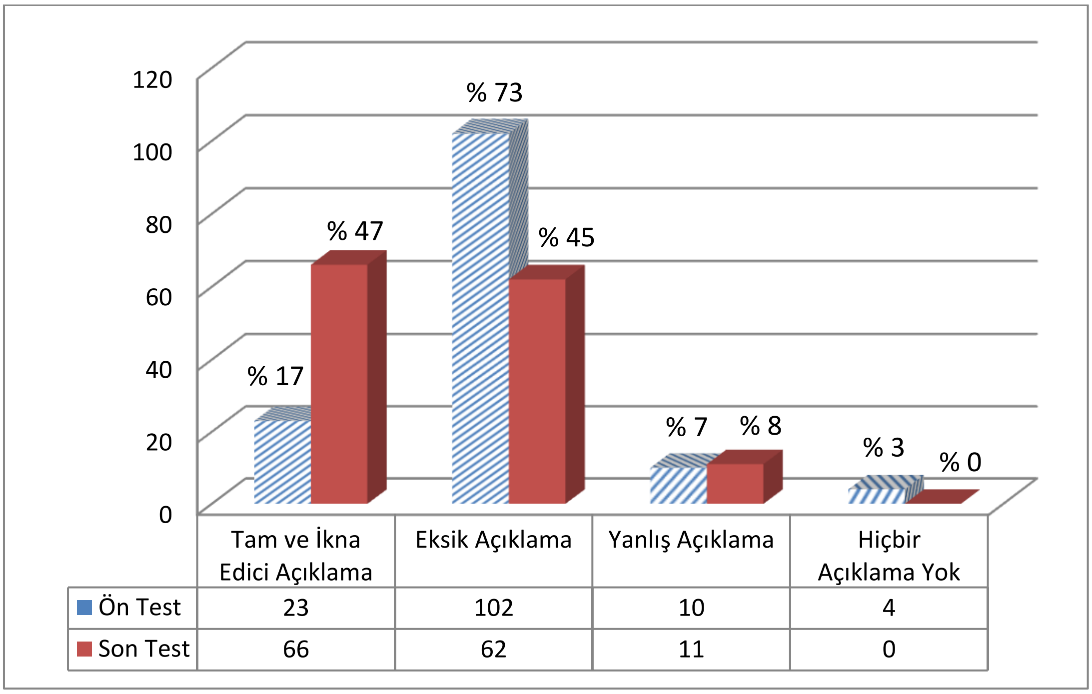
Nicel analizlerden elde edilen bulgular SM ve GSP gruplarının hem ön test hem de son test açıklamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını (bkz. Tablo 4.6 ve 4.8) göstermiştir. Bu nedenle bu bölümde nitel analiz bulgularına yer verilecektir. Verilerin analizi sırasında her bir soru için yapılan açıklamalar Ek 5'de verilen kategori ve tanımlara göre değerlendirilmiştir. Katılımcıların eğitim aldıkları eğitim türü göz önüne alınmaksızın açıklamalarındaki değişim grafikler, çeşitli frekans ve yüzdelikler yardımıyla gösterilecektir. Ayrıca her bir soru için tekrar eden veya göze çarpan bazı yanıtlardan örnekler soruya ilişkin genel gözlemler başlığı altında sunulacaktır.

4.1.2.1. Birinci soruya ilişkin bulgular

Geometri başarı testinde yer alan birinci soru alan, eşlik ve benzerlik bilgileri ile ilgilidir. Soruda katılımcıların çözümlerinde hem çizim yapmaları hem de matematiksel olarak geçerli, ikna edici açıklamalara yer vermeleri istenmiştir. Sorunun ifadesi şöyledir:

> ***Soru 1.*** *Herhangi bir üçgenin kenarlarının orta noktalarını birleştirdiğimizde bu üçgenin eşit alanlı dört üçgene ayrıldığını çizerek ve açıklayarak gösteriniz.*

Birinci sorunun analizi sonunda elde edilen bulgular Grafik 4.1'de görülmektedir. Grafik 4.1 katılımcıların çözümlerini açıklama düzeylerinin frekanslarını ve yüzde oranlarını göstermektedir.



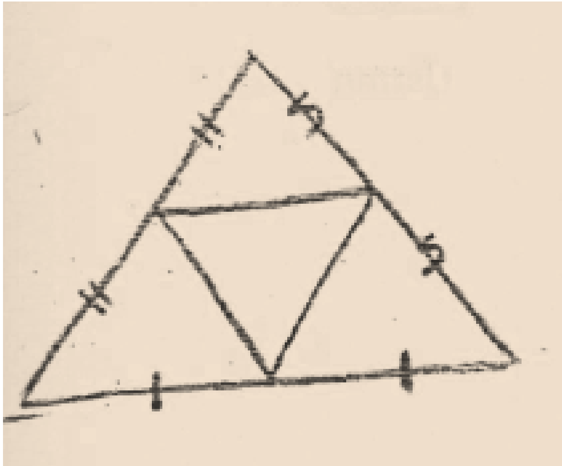
Grafik 4.1. Katılımcıların Birinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

Grafik 4.1 incelendiğinde birinci soruda ön testte katılımcıların % 17'sinin tam ve ikna edici açıklama, % 73'ünün eksik açıklama yaptıkları, % 7'sinin yanlış açıklama yaptığı ve % 3'ünün ise hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise katılımcıların % 47'si tam ve ikna edici açıklama, % 45'i eksik açıklama, % 8'inin yanlış açıklama yaptığı bununla birlikte hiçbir açıklama yapmayan öğrenci bulunmadığı görülmektedir. Elde edilen bulgular yardımıyla eğitimler sonrasında tam ve ikna edici açıklamalarda % 30'luk bir yükselme, eksik açıklamalarda ise % 28 oranında düşüş gerçekleştiği görülmektedir. Yanlış açıklama yapanların sayısında önemli bir değişiklik gerçekleşmezken hiçbir açıklama yapmayan katılımcılarda % 3 oranında bir düşüş gerçekleşmiştir.

Birinci soruya ilişkin genel gözlemler

Gözlem 1

GBT birinci sorusu incelendiğinde katılımcılardan herhangi bir üçgenin kenarlarının orta noktalarının birleştirilmesi sonucu oluşan dört üçgenin eşit alanlı olduğunu hem çizim yaparak hem de açıklayarak göstermeleri istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde katılımcıların ön testte % 8'inin son testte ise % 1'inin sadece çizim yaptığı herhangi bir açıklamada bulunmadığı görülmüştür. Şekil 4.1 bir katılımcının (#107) ön testte birinci soruya verdiği cevabı göstermektedir.

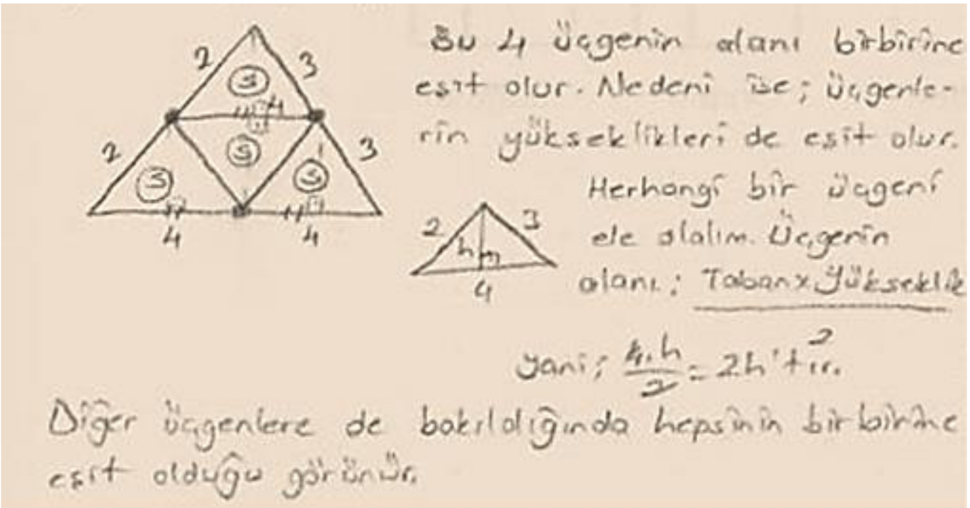


Şekil 4.1. 107 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap

74 numaralı katılımcının cevabı incelendiğinde istenilen üçgenin kenar orta noktalarını birleştirerek dört üçgeni oluşturduğu, matematiksel gösterim ve semboller kullandığı fakat herhangi bir açıklamaya yer vermediği görülmektedir. Katılımcının bu cevabı "hiçbir açıklama yok" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

Birinci sorunun analizi sonucu elde edilen başka bir bulgu da gerekçeler sunulmasıdır. Katılımcılar ön testte % 12 oranında açıklamalarında gerekçelere yer verirken son testte bu oran % 47'e yükselmiştir. Bir katılımcının (#23) çözümüne sunduğu gerekçe Şekil 4.2'de görülmektedir.

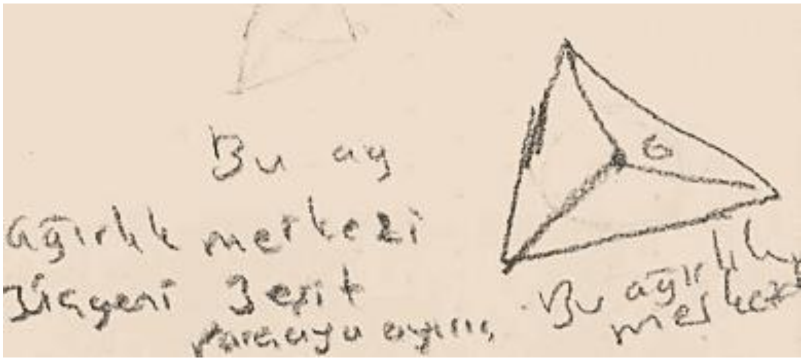


Şekil 4.2. 23 numaralı katılımcının son test birinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.2 incelendiğinde 23 numaralı katılımcının üçgenin kenar orta noktalarını doğru bir şekilde çizerek dört üçgen oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca oluşan dört küçük üçgenin alanının eşit olacağına ve yükseklik, taban ve üçgenin alanı arasındaki ilişkiye açıklamalarında yer verdiği görülmektedir. Çözümün açıklanması yönünden katılımcının cevabı "tam ve ikna edici açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

Birinci sorunun analizi sonucu karşılaşılan durumlardan birisi de bazı katılımcıların orta noktaları birleştirmek yerine kenarortayları oluşturarak ağırlık merkezini çizmeleridir. Bu durumda dört üçgen oluşturulması gerekirken üç üçgen elde edilmiş ve böylece soru yanlış çözülmüştür. Hem ön test hem de son testte katılımcıların % 6'sı soruyu bu şekilde yanıtlamıştır. Şekil 4.3 bir katılımcının (**#7**) yanıtını göstermektedir.

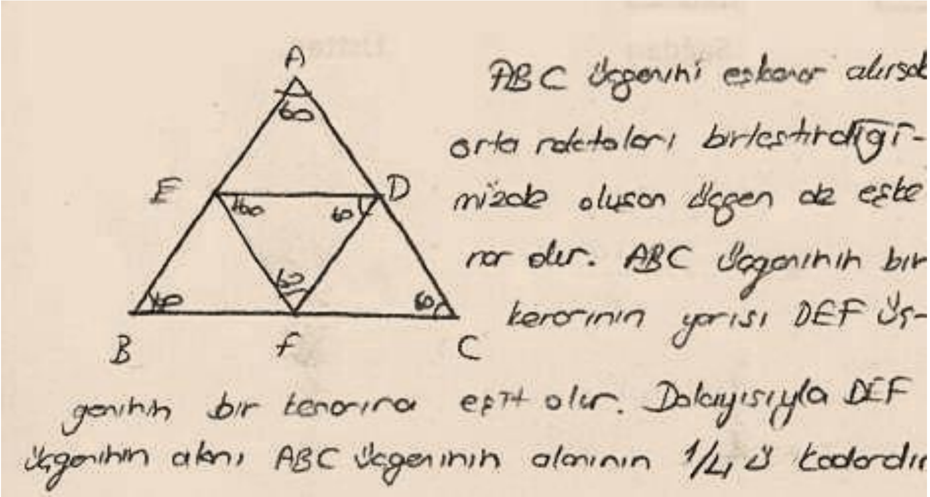


Şekil 4.3. 7 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.3 incelendiğinde katılımcının soruyu yanlış çözdüğü ağırlık merkezini çizerek üç üçgen oluşturduğu görülmektedir. Katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden "yanlış açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 4

GBT'deki birinci sorunun analizi sırasında gözlenen bir durumda soruda herhangi bir üçgen için eş alanlı dört üçgen oluşacağı belirtilmesine karşın bazı katılımcıların yanıtlarını eşkenar üçgenle sınırlamalarıdır. Katılımcıların ön testte % 14'ü son testte ise % 12'si bu türden yanıtlar vermişlerdir. Şekil 4.4 bir katılımcının (#34) yanıtını göstermektedir.



Şekil 4.4. 34 numaralı katılımcının ön test birinci soruya verdiği cevap

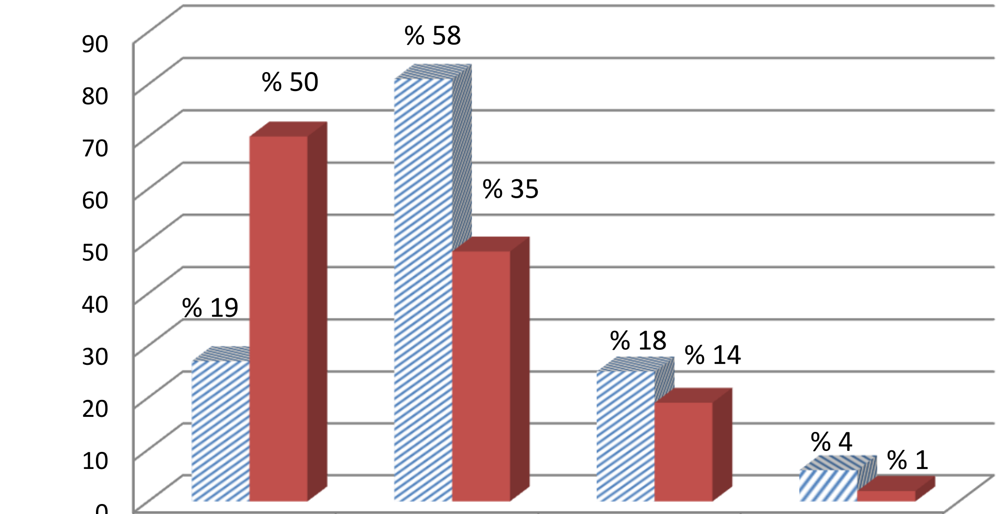
Şekil 4.4 incelendiğinde katılımcının soruyu sadece eşkenar üçgenle sınırlandırarak çözdüğü ve açıklamalarını eşkenar üçgene bağlı yaptığı görülmektedir. Katılımcıların bu türden yanıt ve açıklamaları “eksik açıklama” olarak değerlendirilmiştir. Çünkü soruda katılımcılardan herhangi bir üçgen için eşit alanlı dört üçgen oluşacağını göstermeleri ve açıklamaları istenmektedir. Ayrıca katılımcının açıklamalarında “neden” sorusuna yanıt olabilecek ifadelere yer vermediği görülmektedir.

4.1.2.2. İkinci soruya ilişkin bulgular

GBT’de yer alan ikinci soru bir noktaya göre simetri bilgisi ve geometrik düşünme becerileri ile ilgili bir sorudur. Sorunun sorulma amacı katılımcıların simetri dönüşümünü doğru bir şekilde gerçekleştirmeleri, doğru akıl yürütmeler yardımıyla genellemeye ulaşmaları ve çözümlerini matematiksel ikna edici gerekçelerle destekleyerek açıklamalarıdır. GBT ikinci sorusunun ifadesi şu şekildedir:

> **Soru 2.** Bir düzlem üzerinde yer alan herhangi A ve B noktaları olsun. A noktasından geçen bir L doğrusu çizin ve B noktasının L doğrusuna göre simetrisi olan noktayı B' olarak belirleyiniz. Bu işleme devam ederseniz yani A noktasından geçen farklı doğrular çizip B noktasının bu doğrulara göre simetriğini bulursanız oluşacak B' noktaları hakkında ne söyleyebilirsiniz? Çizimle göstererek gerekçesiyle açıklayınız.

İkinci sorunun analizi sonucu katılımcıların açıklamaları düzeylerine göre belirlenmiş ve Grafik 4.2 oluşturulmuştur. Grafik 4.2’de katılımcıların çözümlerini açıklama düzeylerinin frekans ve yüzde oranları görülmektedir.



	Tam ve İkna Edici Açıklama	Eksik Açıklama	Yanlış Açıklama	Hiçbir Açıklama Yok
Ön Test	27	81	25	6
Son Test	70	48	19	2

Grafik 4.2. Katılımcıların İkinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

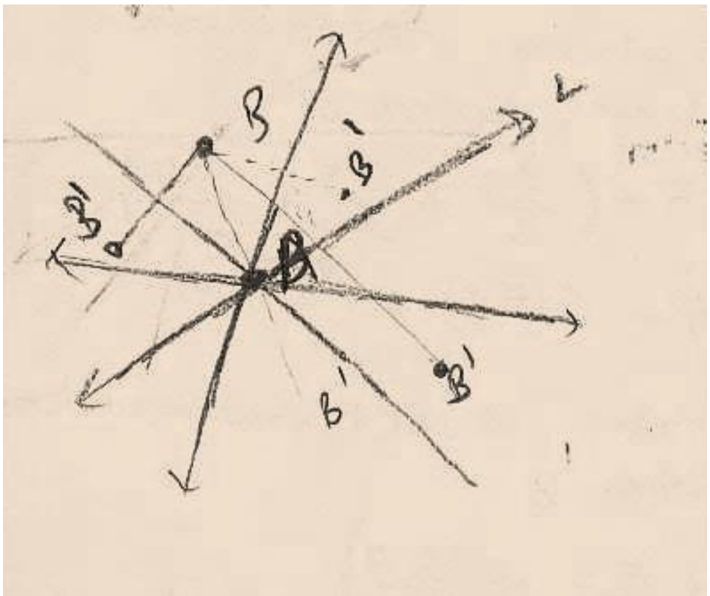
Grafik 4.2 incelendiğinde ikinci soru için ön testte katılımcıların % 19’unun tam ve ikna edici açıklamalar yaptığı, % 58’inin eksik açıklama yaptığı, % 18’inin yanlış açıklama yaptığı ve % 4’ünün ise hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise katılımcıların ikinci soruda % 50 oranında tam ve ikna edici açıklamalar yaptığı, % 35’inin eksik açıklamalarda bulunduğu, % 14’ünün yanlış açıklama yaptığı ve % 1’inin hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Grafik 4.2’ye göre ikinci soru için katılımcıların geometri dersleri sonucu tam ve ikna edici açıklamalarında % 31 oranında bir artış meydana geldiği, eksik açıklamalarda ise % 23 oranında bir düşüş gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca yanlış açıklama yapanların oranında % 4’lük, hiçbir açıklama yapmayanların oranında ise % 3’lük bir düşüş meydana geldiği gözlenmiştir.

İkinci soruya ilişkin genel gözlemler

GBT ikinci sorusunda katılımcılardan bir düzlem üzerinde herhangi bir A ve B noktaları almaları, A noktasından geçen bir L doğrusuna göre B noktalarının farklı simetrilerini belirlemeleri ve yaptıkları işlemleri çizim ve doğru matematiksel gerekçelerle açıklamaları istenmiştir.

Gözlem 1

Katılımcıların cevapları incelendiğinde ön testte % 14 oranında son testte ise % 7 oranında katılımcının soruyu sadece çizim yaparak yanıtladığı ve herhangi bir gerekçe sunmadığı görülmüştür. İkinci soruya gerekçe sunmadan sadece çizim yaparak yanıtlayan bir katılımcının (#38) cevabı Şekil 4.5’de verilmiştir.

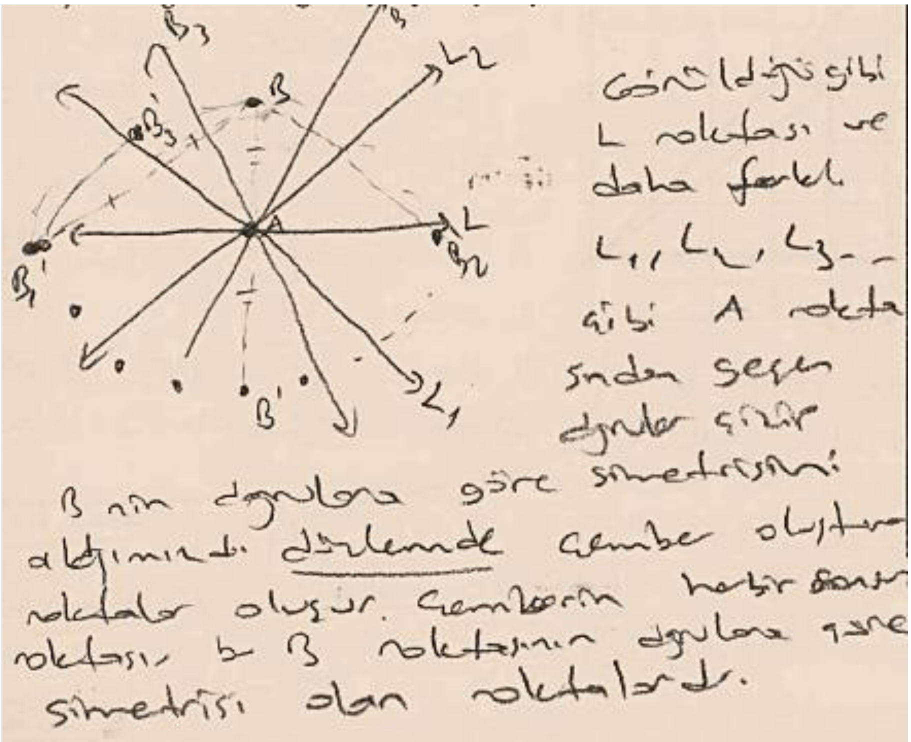


Şekil 4.5. 38 numaralı katılımcının son test ikinci soruya verdiği cevap

38 numaralı katılımcının cevabı incelendiğinde düzlem üzerinde A ve B noktalarını ve farklı L doğrularına göre B noktalarının simetriği olan B^1 noktalarını belirlediği görülmektedir. Katılımcı simetri noktalarını doğru bir şekilde çizdiği fakat yaptığı işlem için herhangi bir gerekçe sunmadığı veya açıklama yapmadığı görülmektedir. Ayrıca soruda istenmesine rağmen oluşacak B^1 noktalarının durumu hakkında herhangi bir yorumda bulunmamıştır. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden “hiçbir açıklama yok” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

İkinci sorunun analizi sonucu gözlenen bir durum ise katılımcıların ifadelerine matematiksel gerekçeler sunmalarıdır. Ön testte katılımcıların %24'ü son testte ise % 50'si çözümlerinde gerekçeler sunmuşlardır. İfadelerinde gerekçelere yer veren bir katılımcının cevabı **(**#22**)** Şekil 4.6'da görülmektedir.

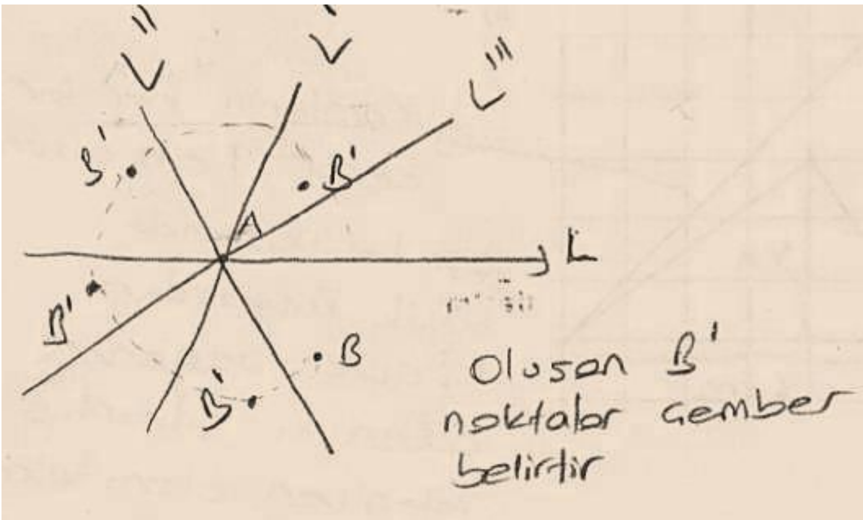


Şekil 4.6. 22 numaralı katılımcının son test ikinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.6 incelendiğinde 22 numaralı katılımcının A noktasından geçen farklı L doğrularına göre B noktasının simetrilerini doğru bir şekilde belirlediği ve çizerek gösterdiği görülmektedir. Ayrıca oluşan bu simetri noktalarının birleşimi sonucu çember oluşacağı genellemesine ulaştığı görülmektedir. Katılımcı ayrıca gerekçe olarak çemberi oluşturan sonsuz noktanın B noktasının farklı L doğrularına göre simetriği olan noktalar olduğunu belirtmiştir. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "tam ve ikna edici açıklama" olarak değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

İkinci sorunun analizinde karşılaşılan bir başka bulgu ise katılımcıların simetri dönüşümü sonucu oluşacak noktaların bir çember oluşturacağını ifade etmeleridir. Ön test için katılımcıların % 50'si son test içinse %72'si simetri noktalarının birleşiminin çember oluşturacağını ifade etmiştir. Bu şekilde cevap veren bir katılımcının (#127) cevabı Şekil 4.7'de görülmektedir.

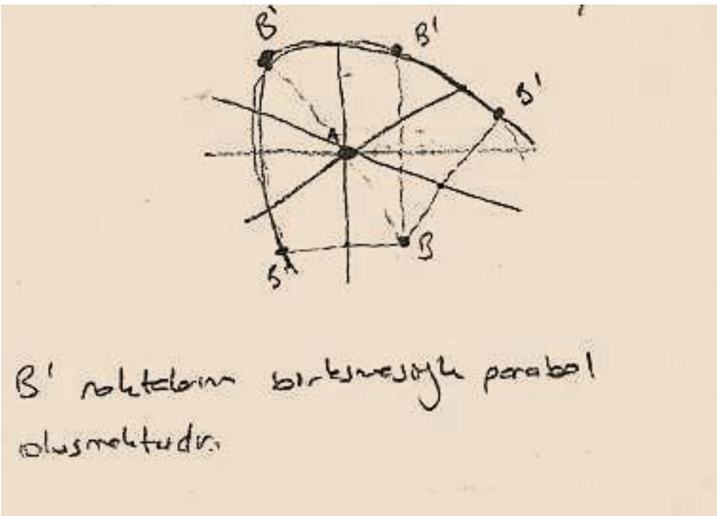


Şekil 4.7. 127 numaralı katılımcının ön test ikinci soruya verdiği cevap

Katılımcının cevabı incelendiğinde simetri noktalarını doğru bir şekilde belirlediği ve çizdiği ayrıca oluşan simetri noktalarının bir çember oluşturacağını ifade ettiği görülmektedir. Buna karşın katılımcı oluşan simetri noktalarının neden bir çember oluşturacağı ile ilgili herhangi bir gerekçe ya da açıklamada bulunmamıştır. Bu nedenle katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "eksik açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir**.**

Gözlem 4

GBT'deki ikinci sorunun analizi sonucu bazı katılımcıların simetri noktalarının sonucu oluşan geometrik şeklin çember yerine daire, parabol, elips vb. geometrik şekiller oluşacağını ifade ettikleri görülmüştür. Katılımcıların ön testte % 10'u son testte ise % 7'si soruya bu şekilde yanıtlar vermiştir. Oluşan simetri noktalarının birleşiminin parabol oluşturacağını ifade eden bir katılımcının (**#27**) cevabı Şekil 4.8'de sunulmuştur.



Şekil 4.8. 27 numaralı katılımcının ön test ikinci soruya verdiği cevap

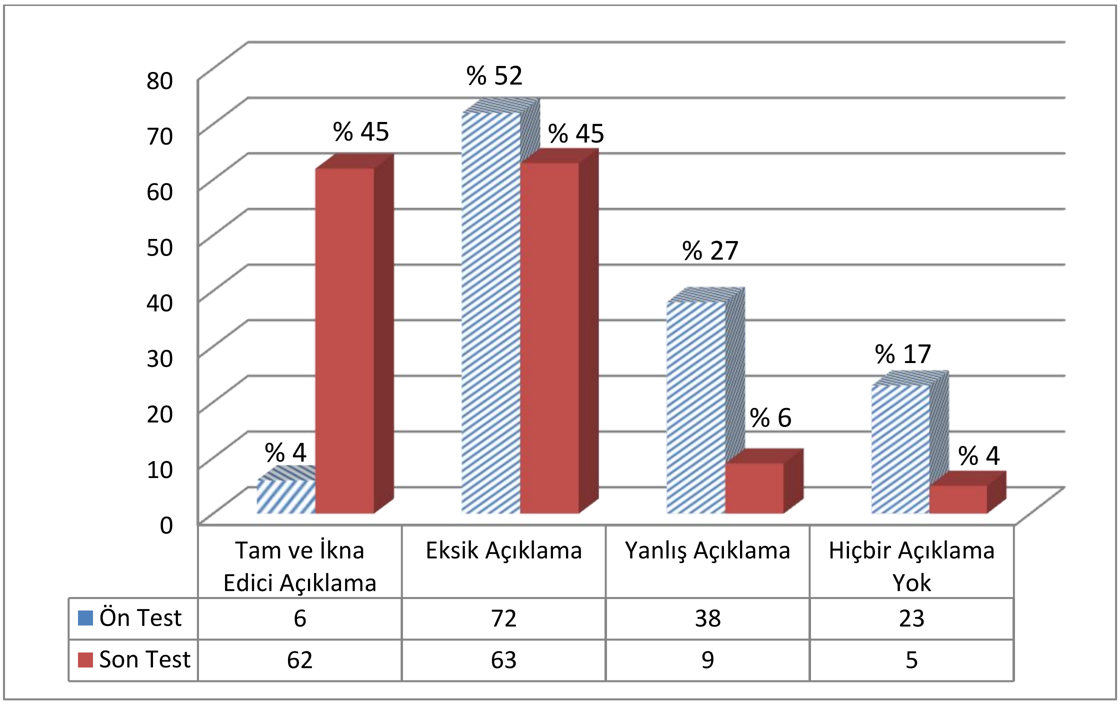
Şekil 4.8'de görüldüğü gibi katılımcı B noktalarının farklı simetrilerini oluşturan farklı B^1 noktaları belirlemiş ve bu noktaların birleşimi sonucu parabol oluşacağını ifade etmiştir. Katılımcının simetri noktalarının birleşimi sonucu neden parabol oluşacağı ile ilgili herhangi ikna edici bir açıklama ya da gerekçe sunmadığı görülmektedir. Simetri noktalarının birleşimi sonucu oluşan geometrik şeklin çember yerine parabol olacağı ifade edildiğinden katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden "yanlış açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

4.1.2.3. Üçüncü soruya ilişkin bulgular

GBT'de yer alan üçüncü soru katılımcıların kare ve dikdörtgen bilgilerini ortaya çıkarmayı; doğru matematiksel gösterim, çizim ve açıklamalara yer verip vermediklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Soru geometrik düşünme alışkanlıkları; diklik, paralellik gibi temel geometrik kavramlar ve aralarındaki ilişkileri ilgilendirmektedir. Ayrıca soruda katılımcılardan kullandıkları stratejiyi adım adım anlatmaları istenmektedir. GBT üçüncü sorusunun ifadesi şu şekildedir:

> **Soru 3.** Herhangi bir karesel bölgeyi öyle 6 parçaya ayırınız ki bu parçaları kullanarak (parçalar üst üste gelmeyecek ve aralarında boşluk kalmayacak) kare şeklinde olmayan bir dikdörtgen elde ediniz. Çizim stratejinizi adım adım yazınız.

Üçüncü sorunun analizi sonucu katılımcıların açıklamaları düzeylerine göre belirlenmiş ve Grafik 4.3 oluşturulmuştur. Grafik 4.3'te üçüncü soruya verilen yanıtların açıklama düzeyleri için frekans ve yüzde oranları verilmektedir.



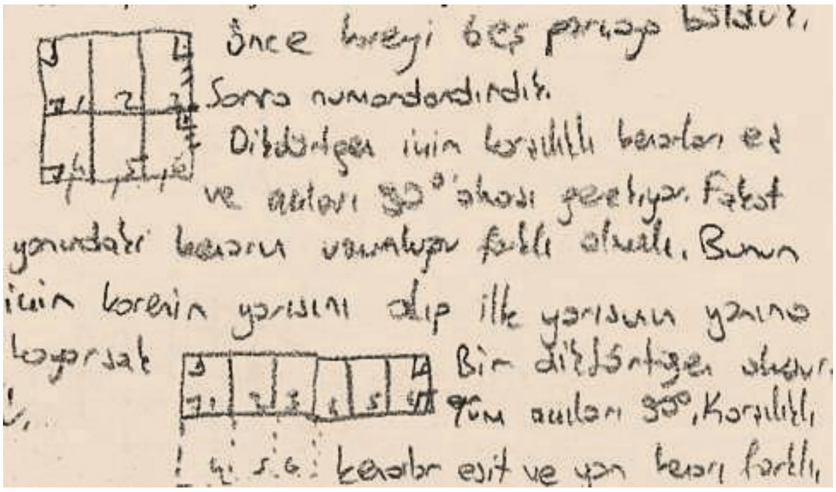
Grafik 4.3. Katılımcıların Üçüncü Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

Grafik 4.3 incelendiğinde GBT üçüncü soruya ön testte katılımcıların % 4'ünün tam ve ikna edici açıklamalar yaptığı, % 52'sinin eksik açıklamalar yaptığı, % 27'sinin yanlış açıklama yaptığı, % 17'sinin ise hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise katılımcıların % 45'i tam ve ikna edici açıklama, % 45'i eksik açıklama, % 6'sı yanlış açıklama yaptığı ve % 4'ünün hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Bulgulardan yola çıkarak katılımcıların tam ve ikna edici açıklamalarında % 41'lik bir artış olduğu, eksik açıklamalarda ise % 7'lik bir düşüş gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca yanlış açıklama yapanların oranında % 21'lik ve hiçbir açıklama yapmayanların oranında ise % 13'lik bir düşüş meydana geldiği görülmüştür.

Üçüncü soruya ilişkin genel gözlemler

Gözlem 1

Katılımcıların ön test ve son test verilerinin analizi sonucu ön testte % 38'inin son testte ise % 68'inin yaptıklarını adım adım anlattığı görülmüştür. Çözümünü adım adım anlatan bir katılımcının (#55) cevabı Şekil 4.9'da sunulmuştur.

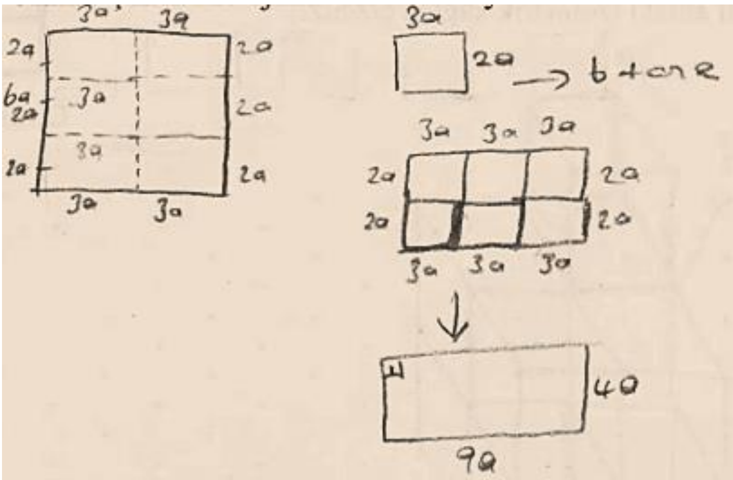


Şekil 4.9. 55 numaralı katılımcının son test üçüncü soruya verdiği cevap

Şekil 4.9 incelendiğinde katılımcının karesel bölgeyi 6 eş parçaya ayırdığı ve dikdörtgen oluşma şartlarını (karşılıklı kenarları eş ve açıları 90 derece) ifade ettiği, adım adım yaptıklarını anlattığı, diklik sembolüne çizimlerinde yer verdiği görülmektedir. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "tam ve ikna edici açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

Üçüncü sorunun analizi sırasında ortaya çıkan bir bulgu da bazı katılımcıların soruda yaptıklarını adım adım anlatmaları istenmesine rağmen, sadece çizim yaparak istenilen dikdörtgeni oluiştturmalarıdır. Katılımcıların ön testte % 50'si soruyu sadece çizim yaparak yanıtlarken son testte % 19'u sadece çizim yaparak yanıt vermişlerdir. Şekil 4.10' da bir katılımcının (#28) üçüncü soruya verdiği yanıt görülmektedir.

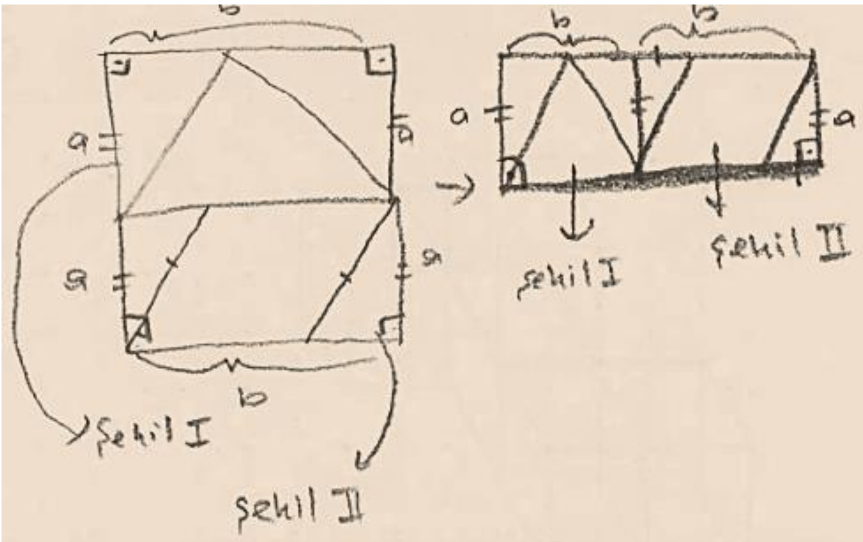


Şekil 4.10. 28 numaralı katılımcının ön test üçüncü soruya verdiği cevap

Katılımcının cevabı incelendiğinde soruya sadece çizim yaparak cevap verdiği, matematiksel gösterimlere yer verdiği, diklik sembolünü kullandığı ve kenarları harfli ifadelerle gösterdiği görülmektedir. Katılımcı yaptığı işlem adımlarını nasıl gerçekleştirdiğini ve oluşan şeklin neden dikdörtgen özellikleri taşıdığını açıklamamıştır. Çözümün açıklanması yönünden katılımcının bu cevabı "eksik açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

Üçüncü sorunun analizi sonucu karşılaşılan bir başka bulgu ise dikdörtgenin temel özelliklerinden olan açıların dikliğinin ifade edilmesidir. Ön testte katılımcıların % 8'i yanıtlarında diklik, 90^{0}'lik açı gibi ifadelere yer verirken son testte bu oranın % 33'e yükseldiği görülmüştür. Çiziminde dikliğe yer veren bir katılımcının (#28) cevabı Şekil 4.11'de verilmiştir.

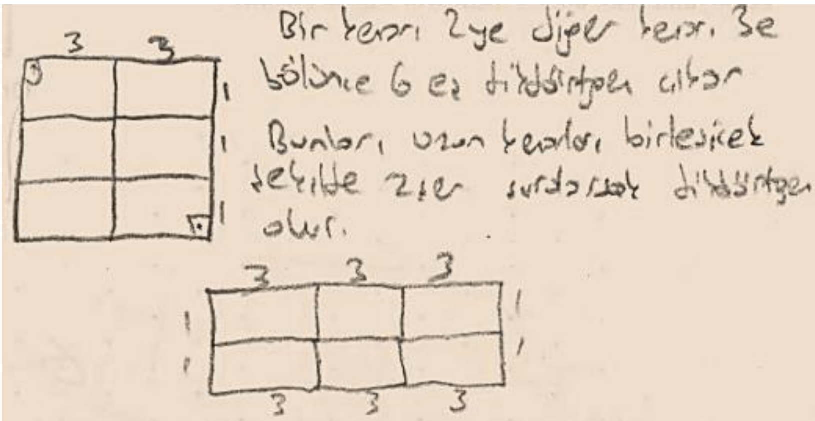


Şekil 4.11. 28 numaralı katılımcının son test üçüncü soruya verdiği cevap

Şekil 4.11 incelendiğinde katılımcının çizimlerinde matematiksel gösterim ve sembollere yer verdiği, dikdörtgen oluşma şartları olan diklik ve karşılıklı kenar uzunluklarının eşit olması şartlarını ifade ettiği fakat stratejisini adım adım anlatmadığı görülmektedir. Katılımcının istenilen dikdörtgeni doğru bir şekilde oluşturduğu fakat nasıl yaptığı ile ilgili işlem adımlarını anlatmadığı görülmektedir. Katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden "eksik açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 4

GBT’deki üçüncü sorunun analizi sırasında ortaya çıkan bulgulardan bir tanesi de bazı katılımcıların soruya istenenden farklı yanıt vermesi veya boş bırakmalarıdır. Katılımcıların ön testte %37’si, son testte ise %7’si bu türden yanıtlar vermişlerdir. Bir katılımcının (#55) cevap örneği Şekil 4.12’de görülmektedir.



Şekil 4.12. 55 numaralı katılımcının ön test üçüncü soruya verdiği cevap

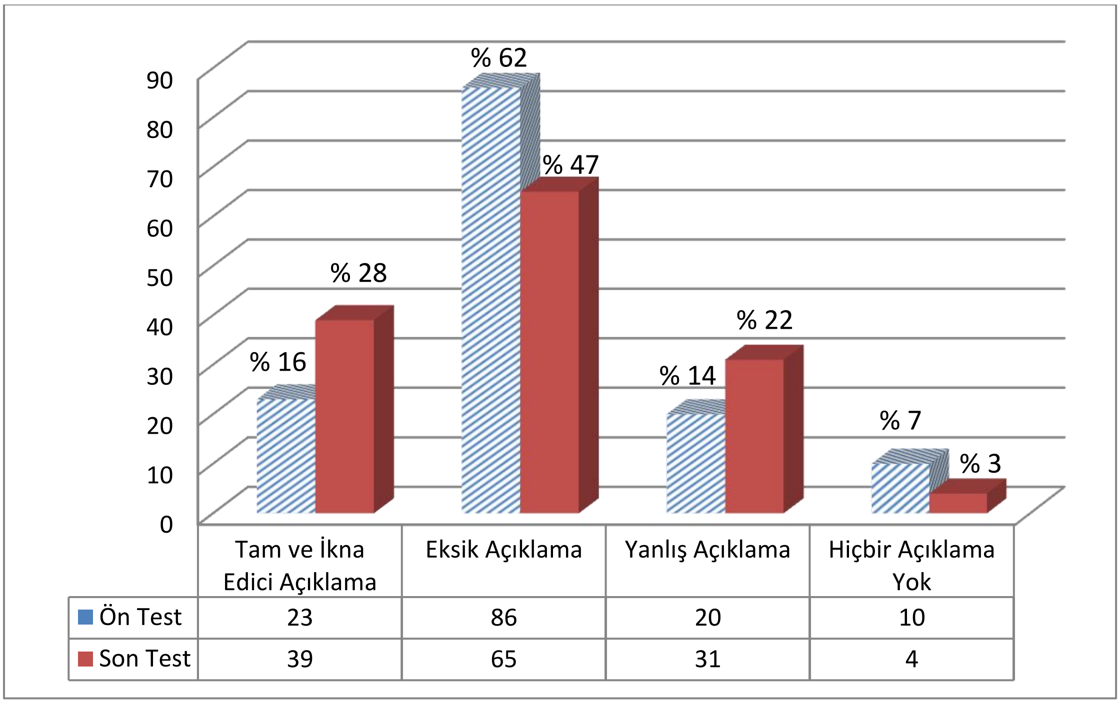
Katılımcının cevabı incelendiğinde, karesel bölge yerine bir dikdörtgensel bölgeyi altı parçaya ayırdığı, sayısal değerler vererek bu parçaları birleştirdiği ve dikdörtgensel bölge oluşturduğu görülmektedir. Katılımcının çözümünde bir karesel bölge yerine dikdörtgensel bölgeyi altı parçaya ayırdığından çözümün açıklanması yönünden “yanlış açıklama” kategorisinde değerlendirilmiştir.

4.1.2.4. Dördüncü soruya ilişkin bulgular

GBT’de yer alan dördüncü soru alan kavramı, koordinat düzlemi ve analitik geometri bilgileri ile ilgilidir. Soruda katılımcıların işlemsel becerilerini kullanmalarının yanı sıra geometrik fikirler geliştirerek genellemelere ulaşmaları ve çözümlerini matematiksel ikna edici gerekçelerle açıklamaları beklenmektedir. Sorunun analizi sonucu öncelikle çözümün açıklanması yönünden elde edilen bulgulara ve daha sonrada genel gözlem bulgularına ve bazı cevap örneklerine yer verilecektir. Dördüncü sorunun ifadesi şu şekildedir:

> **Soru 4.** Bir üçgenin iki köşesinin koordinatları (0, 6) ve (0, 12) noktalarıdır. Üçgenin alanı 12 br^2 dir. Üçüncü köşe için olabilecek tüm olası noktaları bulunuz. Tüm noktaları bulduğunuzdan nasıl emin olabiliyorsunuz? Açıklayınız.

GBT'deki dördüncü soruya verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular Grafik 4.4'te verilmiştir. Grafikte katılımcıların dördüncü soru için çözümlerini açıklama düzeylerinin ön test ve son test frekansları ile yüzde oranları görülmektedir.



	Tam ve İkna Edici Açıklama	Eksik Açıklama	Yanlış Açıklama	Hiçbir Açıklama Yok
Ön Test	23	86	20	10
Son Test	39	65	31	4

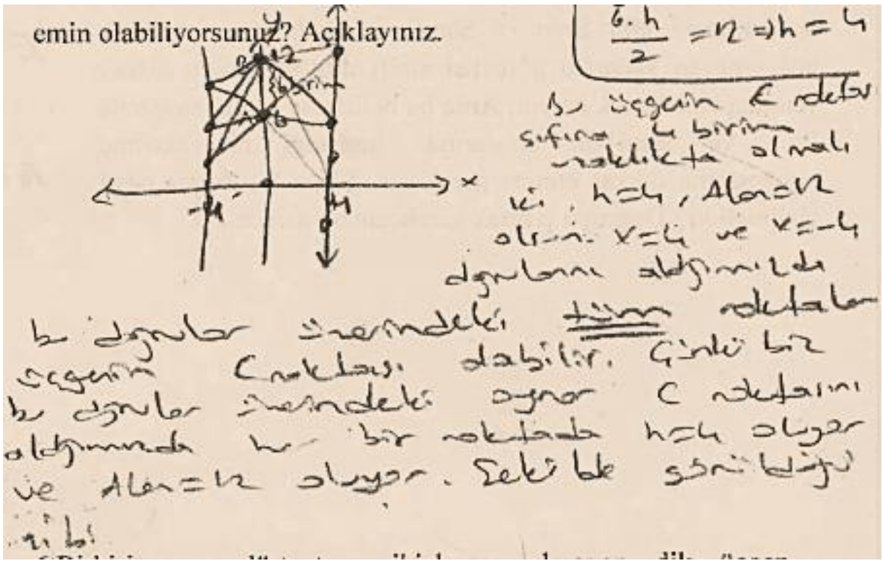
Grafik 4.4. Katılımcıların Dördüncü Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön Test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

Dördüncü soruya verilen cevapların analizi sonucu elde edilen Grafik 4.4 incelendiğinde ön testte katılımcıların % 16'sının tam ve ikna edici açıklama, % 62'sinin eksik açıklama, % 14'ünün yanlış açıklama yaptığı ve % 7'sinin hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise tam ve ikna edici açıklama yapanların oranı % 28'e yükselirken, eksik açıklama yapanların oranı % 47'ye düşmüştür. Yanlış açıklama yapanların oranı % 22'ye yükselirken hiçbir açıklama yapmayanların oranı % 3'e gerilemiştir.

Dördüncü soruya ilişkin genel gözlemler

Gözlem 1

Dördüncü soruda katılımcılardan iki köşesinin koordinatları ve alanı verilen bir üçgenin üçüncü köşesi olabilecek noktaları belirlemeleri ve çözümlerini açıklamaları istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde göze çarpan bir bulgu katılımcıların açıklamalarında matematiksel gerekçeler sunmasıdır. Ön testte katılımcıların % 32'si açıklamalarında matematiksel gerekçelere yer verirken, eğitimler sonunda bu oran % 45'e yükselmiştir. Katılımcıların bu doğrultuda "tabanı 6 birim uzunlukta ve alanı 12 birim kare olan bir üçgenin yüksekliği 4br olmalıdır, çünkü bir üçgende alan taban ile yüksekliğin çarpımının yarısıdır", "taban uzunluğu sabit olan bir üçgenin alanının değişmemesi için yüksekliğin sabit kalması gerekir çünkü üçgenin alanı taban ile yüksekliğinin çarpımının yarısıdır" veya " x=-4 ve x=+4 doğruları üzerindeki bütün noktalar için yükseklik dört olacağından sonsuz tane nokta vardır" şeklinde yanıtlar verdiği gözlenmiştir. Açıklamalarında matematiksel gerekçelere yer veren bir katılımcının (#22) cevabı Şekil 4.13'de görülmektedir.

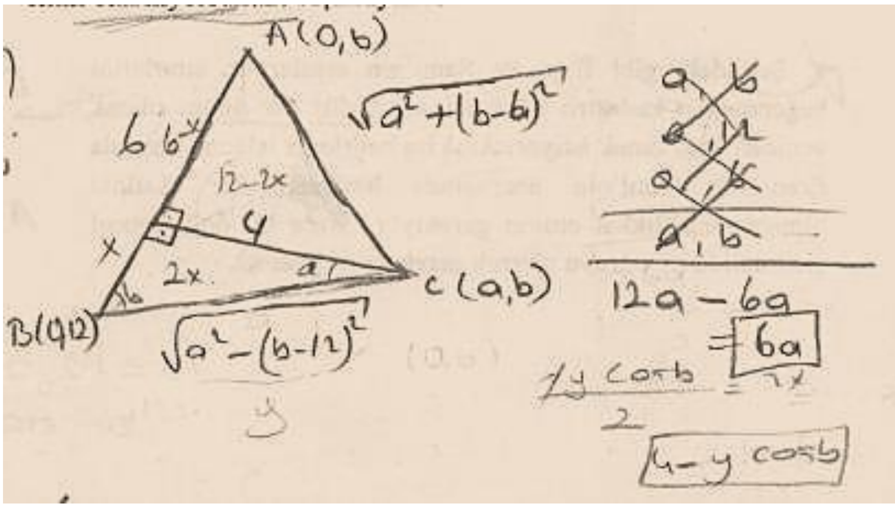


Şekil 4.13. 22 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap

Katılımcının verdiği cevap incelendiğinde koordinat düzleminde (0,6) ve (0,12) noktalarını doğru bir şekilde yerleştirdiği, alan formülü yardımıyla yüksekliğin 4 birim olacağını belirlediği, üçüncü köşe için olabilecek noktaların bazılarını belirleyerek ve bu noktaların hareketi sonucu alanın değişmeyeceğini ifade ettiği, yüksekliğin ve tabanın değişmemesini gerekçe gösterdiği görülmektedir. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "tam ve ikna edici açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

Dördüncü sorunun analizi sırasında ortaya çıkan bir başka bulgu da bazı katılımcıların soruda açıklama yapmaları istenmesine karşın sadece işlemsel çözümler yapmalarıdır. Ön testte katılımcıların % 27'si çözümlerinde sadece matematiksel işlemlere yer vermiş son testte ise bu oranın % 12’e düştüğü görülmüştür. Ayrıca soruyu sadece işlemsel yöntemlerle çözmeye çalışan bazı katılımcıların işlem hataları yaparak soruyu yanlış çözdükleri de gözlenmiştir. Soruyu sadece işlemsel yöntemlerle çözen bir katılımcının (#12) cevabı Şekil 4.14’de verilmiştir.



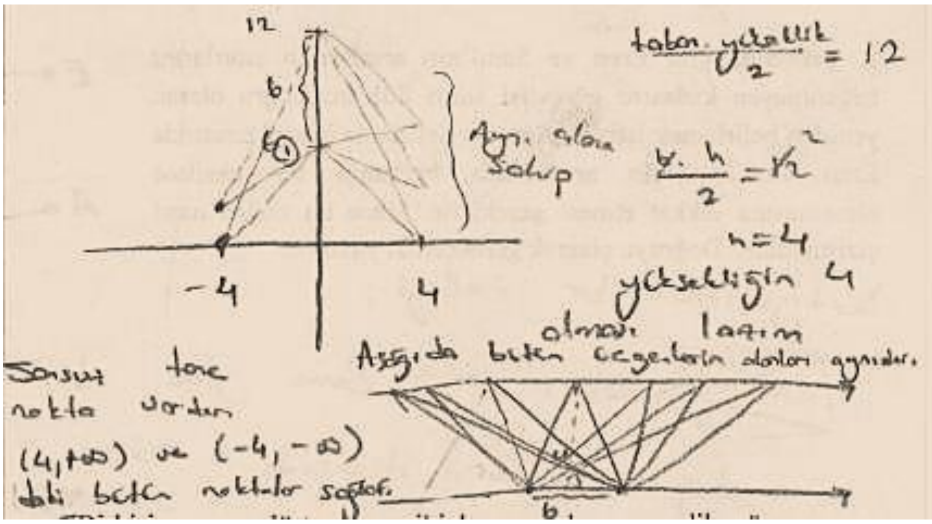
Şekil 4.14. 12 numaralı katılımcının ön test dördüncü soruya verdiği cevap

Katılımcının dördüncü soruya verdiği cevap incelendiğinde verilen iki noktayı üçgenin köşelerine yerleştirdiği, determinant yardımıyla yüksekliği 4 birim olarak belirlediği, iki nokta arasındaki uzaklık formülünü yazdığı görülmektedir. Yüksekliğin 4 birim olacağı üçgen üzerinde gösterilmiş fakat üçüncü köşenin koordinatları için herhangi bir cevap verilmemiştir. Ayrıca katılımcının soruda istenmesine rağmen işlemler dışında herhangi bir açıklamaya yer vermediği görülmektedir. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden “eksik açıklama” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

GBT’deki dördüncü sorunun analizi sonucu elde edilen bir başka bulgu da katılımcıların genellemeler yaparak olası tüm noktaları doğru bir şekilde belirlemeleridir. Alanın 12 birim kare olabilmesi için yüksekliğin 4 birim olacağının ifadesi ile birlikte y eksenine dört birim uzaklıktaki bütün noktaların alanı değiştirmeyeceğinin ve apsisleri x=-4 ve x=+4 doğruları üzerinde olan sonsuz tane noktanın üçgenin üçüncü köşesi olacağı bazı katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Ön testte katılımcıların % 32’si bu genellemeye ulaşırken son testte bu oranın %

47’ye yükseldiği görülmüştür. Çözümünde bu türden bir genellemeye ulaşan bir katılımcının (#58) cevabı Şekil 4.15’ de örnek olarak verilmiştir.

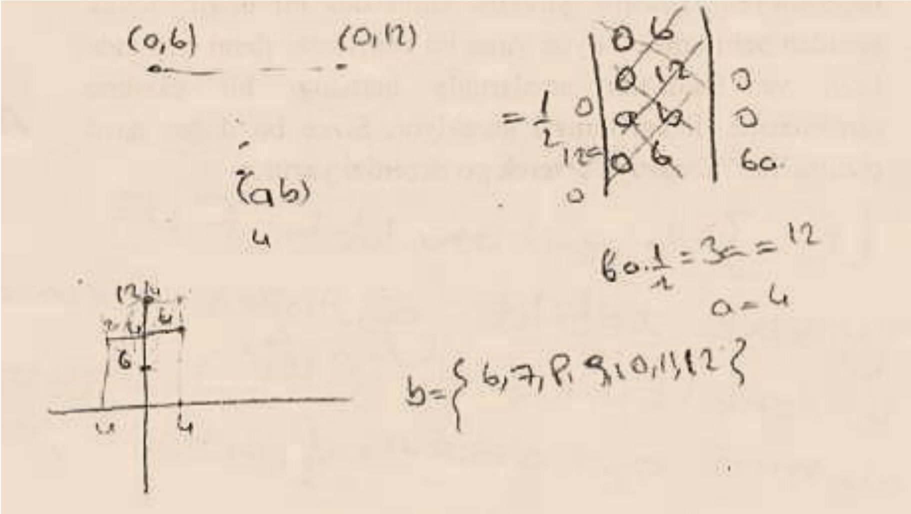


Şekil 4.15. 58 numaralı katılımcının ön test dördüncü soruya verdiği cevap

58 numaralı katılımcının cevabı incelendiğinde alan formülü yardımıyla yüksekliği doğru bir şekilde belirlediği, daha sonra alanı 12 birim kare olan farklı üçgenler çizerek, apsisleri x=-4 ve x=+4 doğruları üzerinde ve ordinatların da herhangi bir değer alabileceği genellemesine ulaştığı görülmüştür. Çözümün açıklanması yönünden bu cevap “tam ve ikna edici açıklama” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 4

Dördüncü sorunun analizi sonucu gözlenen bir durum da katılımcıların analitik geometri bilgilerinden faydalanarak determinant hesapları ile çözüme ulaşmaya çalışmalarıdır. Eğitimler sırasında alan hesaplanırken bu yöntem kullanılmamasına karşın katılımcıların önceki bilgilerine dayanarak çözüm yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Ön testte katılımcıların % 31’inin determinant yardımıyla soruyu çözmeye çalıştığı, son testte ise bu oranın % 22’e düştüğü gözlemlenmiştir. Bir katılımcının (#43) dördüncü soruya verdiği cevap şekil 4.16’ da bu bulguya örnek olarak sunulmuştur.

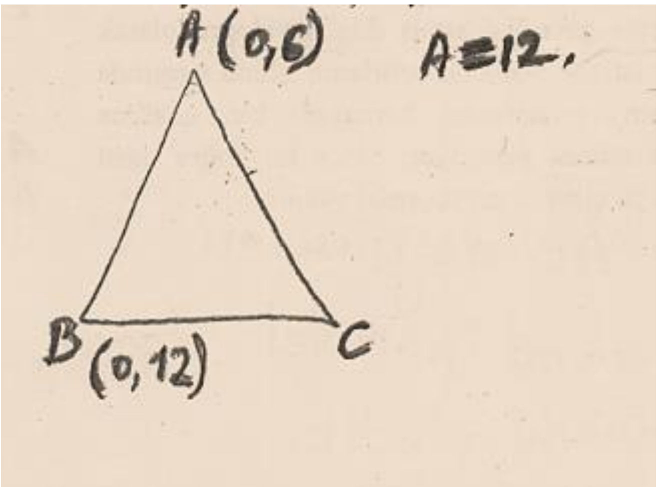


Şekil 4.16. 43 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap

Katılımcının (#43) cevabı incelendiğinde determinant yardımıyla yüksekliği 4 birim olarak belirlediği, çizim yardımıyla bazı noktaları belirlediği görülmektedir. Katılımcı üçüncü köşe olabilecek noktaların apsisini doğru bir şekilde belirlemiş fakat ordinatları için sonsuz nokta yerine sınırlı sayıda nokta belirlemiştir. Katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden “eksik açıklama” olarak değerlendirilmiştir.

Gözlem 5

Dördüncü sorunun analizi sonucunda bazı katılımcıların soruda istenenlere yanıt olamayan veya yanlış cevaplar verdiği, bazı katılımcıların ise boş bıraktığı görülmüştür. Bu türden yanıtlar veren katılımcıların oranının ön testte % 19 olduğu son testte ise % 22’e yükseldiği gözlenmiştir. İşlemsel hataların yapılması sonucu yüksekliğin yanlış hesaplanması, soruda istenenlere yanıt olamayan ilgisiz cevaplar verilmesi veya sorunun boş bırakılması durumları bu bulguyu oluşturan gözlemlerdir. Soruyu yanlış çözen bir katılımcının (#63) cevabı bu bulguya örnek olarak Şekil 4.17’de sunulmuştur.



Şekil 4.17. 63 numaralı katılımcının son test dördüncü soruya verdiği cevap

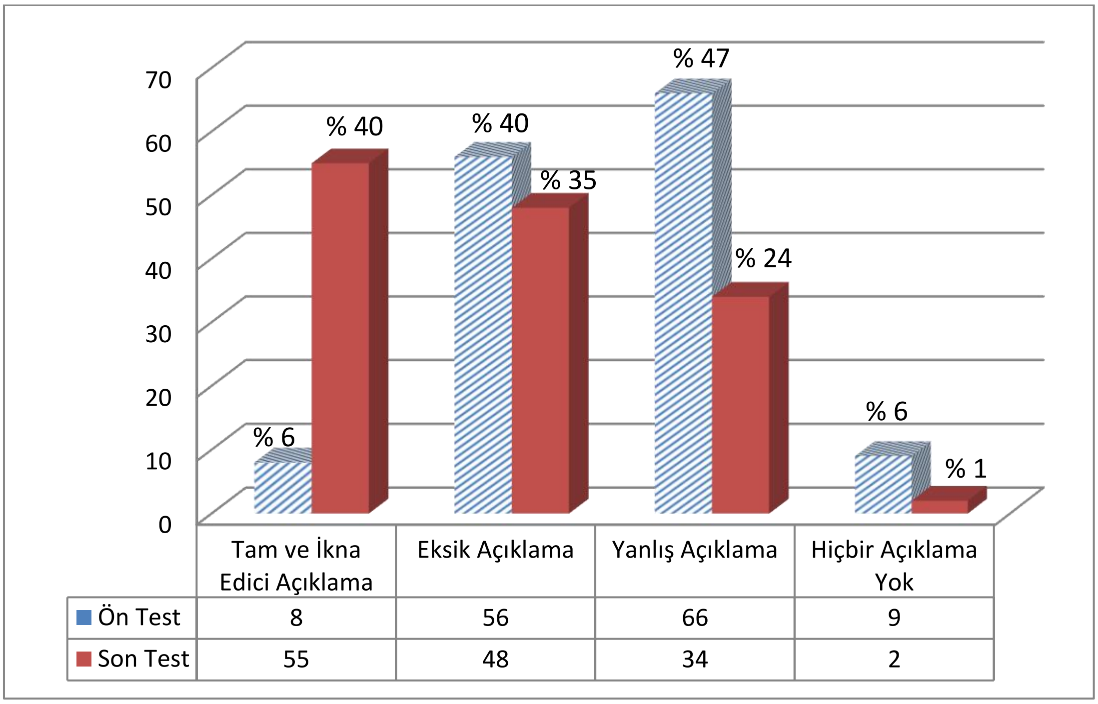
Katılımcının (#63) cevabı incelendiğinde bir üçgen çizerek verilen köşe noktalarını yerleştirdiği görülmekte fakat bunun dışında herhangi bir işlem, bir açıklama veya çözüme yer vermediği görülmektedir. Katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "hiçbir açıklama yok" kategorisinde değerlendirilmiştir.

4.1.2.5. Beşinci soruya ilişkin bulgular

GBT'de yer alan beşinci soru diklik, kare, dik üçgen ve ikizkenar kavramları ile ilgili bilgileri içermektedir. Sorunun soruluş amacı katılımcıların ikizkenar olmayan eş dört dik üçgen kullanarak bir kare oluşturmaları ve oluşan şeklin kare olduğuna dair sundukları gerekçe ve açıklamaları incelemektir. Katılımcıların soruda geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanmaları ve alternatif çözümler üretmeleri beklenmektedir. Beşinci sorunun testte yer alan ifadesi şu şekildedir:

> **Soru 5.** Birbirine eş dört tane <u>ikizkenar olmayan</u> dik üçgen kullanılarak (parçalar üst üste gelmeyecek) bir kare elde edilebilir mi? Gerekçenizi çizim yardımıyla açıklayınız.

Beşinci sorunun analizi sonucu elde edilen bulgular yardımıyla Grafik 4.5 oluşturulmuştur. Grafikte katılımcıların açıklama düzeylerinin frekansları ve yüzde oranları görülmektedir.



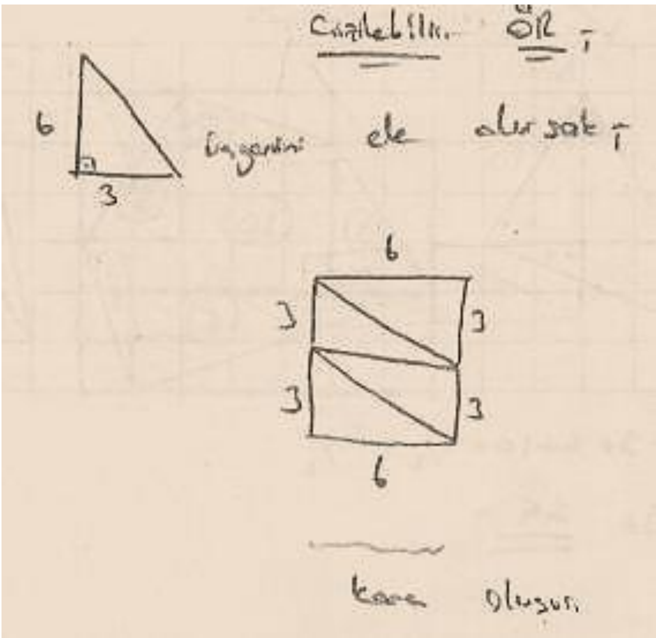
Grafik 4.5. Katılımcıların Beşinci Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

Grafik 4.5 incelendiğinde beşinci soru için çözümün açıklanması yönünden elde edilen bulguların şu şekilde olduğu görülmektedir. Ön testte tam ve ikna edici açıklama yapan katılımcıların oranı % 6, eksik açıklama yapanların oranı % 40, yanlış açıklama yapanların oranı % 47 ve hiçbir açıklama yapmayanların oranı da % 6 olduğu görülmektedir. Son testte ise tam ve ikna edici açıklama yapanların oranı % 47'e yükseldiği, eksik açıklama yapanların oranının % 35'e düştüğü, yanlış açıklama yapanların oranında önemli bir düşüş gerçekleşerek % 24'e gerilediği ve hiçbir açıklama yapmayan katılımcıların oranının % 1'e düştüğü görülmektedir.

Beşinci soruya ilişkin genel gözlemler

Gözlem 1

GBT beşinci sorusunda katılımcılardan ikizkenar olmayan dört eş dik üçgen kullanarak bir kare elde edilip edilemeyeceğini belirlemeleri ve gerekçelerini çizim yardımıyla açıklamaları istenmektedir. Cevap kâğıtlarının analizi sonucunda katılımcıların ön testte % 42'sinin son testte ise % 72'sinin istenen özelliklere sahip bir karenin oluşturabileceğini ifade ettiği görülmüştür. Şekil 4.18'de kare elde edilebileceğini ifade eden bir katılımcının (#58) cevabı örnek olarak sunulmuştur.

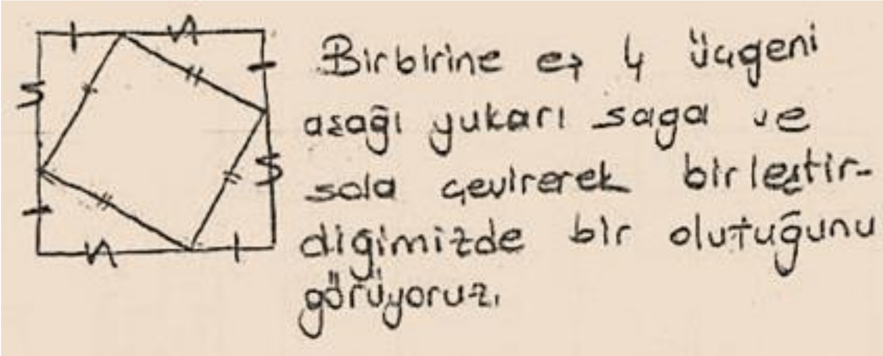


Şekil 4.18. 58 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.18 incelendiğinde katılımcının ikizkenar olmayan dik üçgenler yardımıyla bir kare çizilebileceğini örnek bir şekil çizerek belirttiği fakat çizdiği şeklin kare olduğunu destekleyecek herhangi bir açıklama veya gerekçe sunmadığı görülmektedir. Bu nedenle katılımcının bu cevabı çözümün açıklanması yönünden "eksik açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

Beşinci soruya verilen yanıtların analizi sonucunda istenilen karenin elde edilebileceğini belirten yanıtların genelde iki farklı çözüm üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Bunlardan birincisi Şekil 4.18'de görülen ve bir kenarı diğer kenarının iki katı uzunluğunda dört dik üçgen çizilerek oluşturulan yanıtlardır. Diğeri ise bazı katılımcıların istenilen kareyi ortada bir boşluk olacak şekilde elde etmeleridir. Bu türden bir kare elde eden katılımcıların oranı ön testte % 6 son testte ise % 4'tür. İstenilen kareyi ortada oluşturan bir katılımcının (#107) cevabı Şekil 4.19'da görülmektedir.

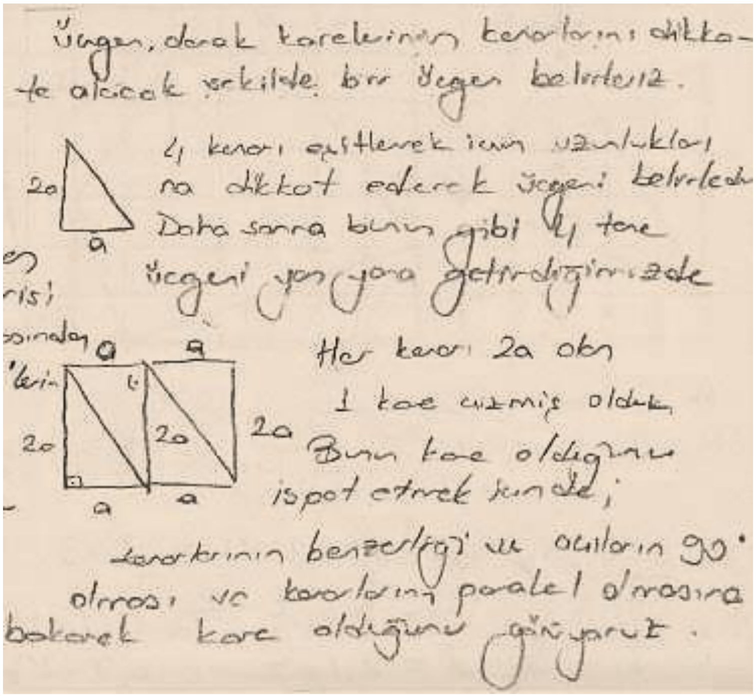


Şekil 4.19. 107 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap

Katılımcının cevabı incelendiğinde istenilen kareyi doğru bir şekilde oluşturduğu bazı matematiksel gösterimlere yer verdiği fakat oluşturulan şeklin gerçekten bir kare olduğunu gösterecek ikna edici açıklamalara yeterince yer vermediği görülmektedir. Katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden "eksik açıklama" olarak değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

Beşinci sorunun analizi sırasında katılımcıların cevaplarında gözlenen bulgulardan birisi de gerekçeler sunulmasıdır. Ön testte katılımcıların % 16'sı çözümlerinde matematiksel gerekçelere yer verirken son testte bu oranın % 38'e yükseldiği gözlenmiştir. Bir katılımcının (#47) cevabı Şekil 4.20'de sunulmuştur.

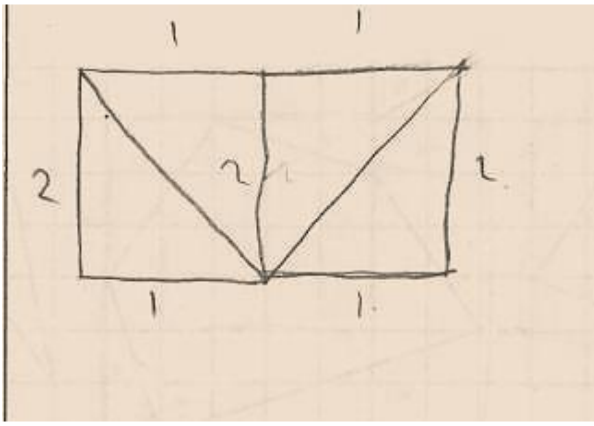


Şekil 4.20. 47 numaralı katılımcının son test beşinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.20 incelendiğinde katılımcının öncelikle kare oluşması için gereken kenar özelliklerine uygun üçgeni belirlediği, dört eş üçgeni kare oluşacak şekilde yanyana getirdiği, diklik sembolünü yerleştirdiği ve oluşan şeklinin kare olduğunu ispat etmek için gerekçelere yer verdiği görülmektedir. Katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünden "tam ve ikna edici açıklama" olarak kabul edilmiştir.

Gözlem 4

Katılımcıların beşinci soruya verdiği yanıtların incelenmesi sonucunda elde edilen bir başka bulgu da bazı katılımcıların sadece çizim yaparak yanıt vermeleridir. Yanıtlarında sadece çizime yer veren katılımcıların oranı ön testte % 31 iken eğitimler sonunda bu oran % 8'e düşmüştür. Beşinci soruya sadece çizim yaparak yanıt veren bir katılımcının (#74) cevabı Şekil 4.21'de görülmektedir.

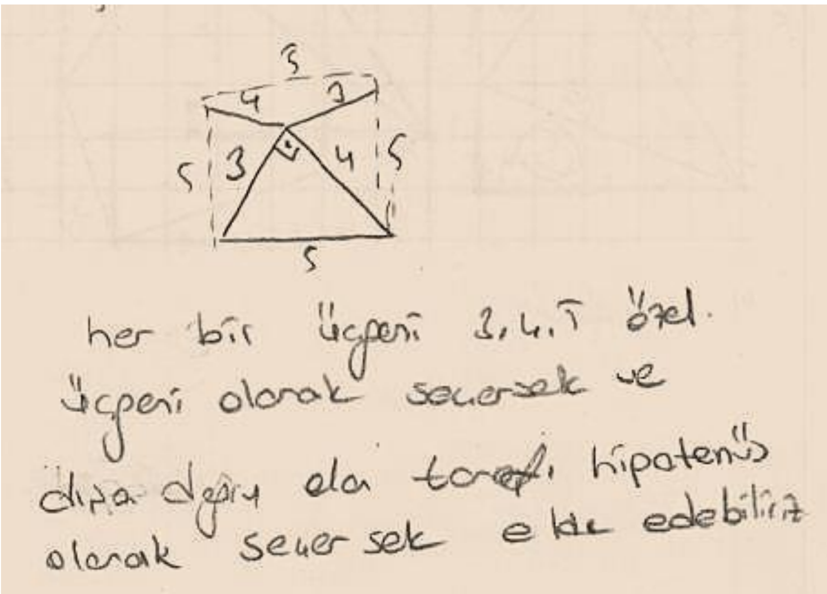


Şekil 4.21. 74 numaralı katılımcının ön test test beşinci soruya verdiği cevap

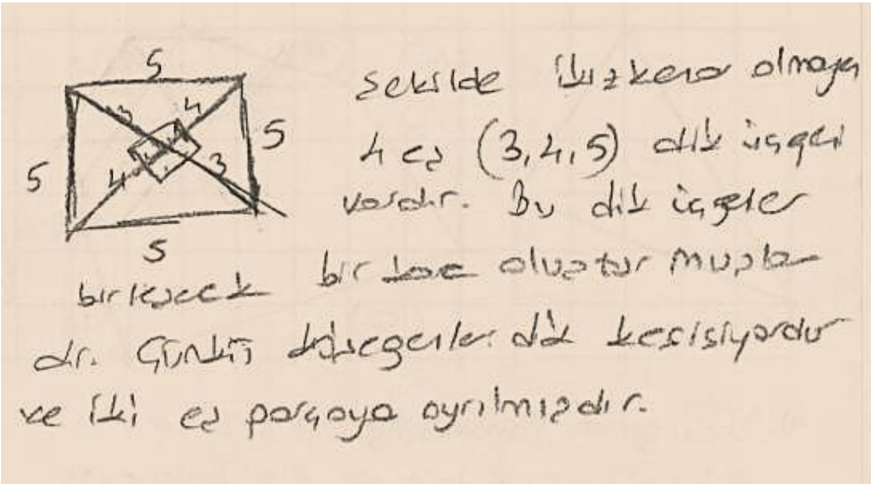
Katılımcının cevabı incelendiğinde şekil olarak dikdörtgene benzeyen fakat kenar özellikleri kare özelliği taşıyan bir şekil çizdiği görülmektedir. Çizilen şekil tam olarak bir kare özelliği taşımamakla birlikte katılımcı çizimini destekleyecek hiçbir açıklamada bulunmamıştır. Çözümün açıklanması yönünden bu cevap "hiçbir açıklama yok" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 5

Beşinci sorunun analizi sonucu gözlenen bir durumda bazı katılımcıların soruyu yanlış, ilgisiz yanıt vermeleri veya boş bırakmalarıdır. Bu türden cevap veren katılımcıların oranı ön testte % 47 iken son testte % 21'e gerilemiştir. Yanlış cevap veren iki katılımcının örneği Şekil 4.22 ve şekil 4.23'de sunulmaktadır.



Şekil 4.22. 29 numaralı katılımcının ön test beşinci soruya verdiği cevap



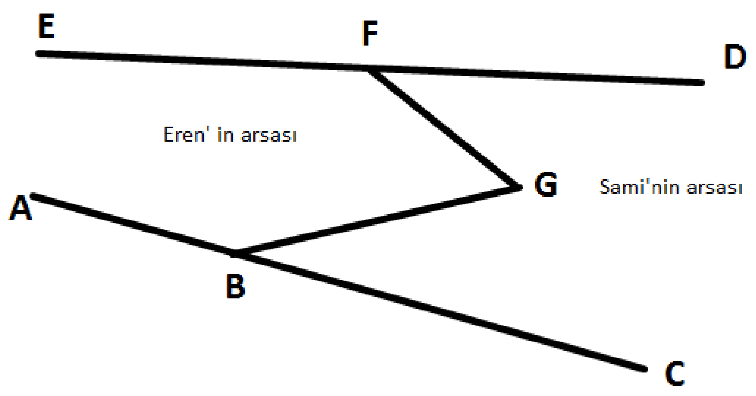
Şekil 4.23. 38 numaralı katılımcının son test beşinci soruya verdiği cevap

Şekil 4.22'de katılımcının 3-4-5 özel üçgeni olarak belirlemesine rağmen kullandığı dört üçgenin eş olmadığı ve oluşan şeklin matematiksel olarak doğru kabul edilebilecek bir kare olmadığı görülmektedir. Şekil 4.23'de verilen cevap örneğinde ise katılımcı eş dört dik üçgen kullanmış fakat kare yerine bir eşkenar dörtgen oluşturmuştur. Oluşturduğu şeklin kare olmasına gerekçe olarak köşegenlerin dik kesişmesi ve birbirlerini ortalamalarını ifade etmiştir. Katılımcının cevabından eşkenar dörtgen ve kareyi birbirine karıştırdığı söylenebilir. Çözümün açıklanması yönünden Şekil 4.22 ve Şekil 4.23' de örneklendirilen iki cevap da "yanlış açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

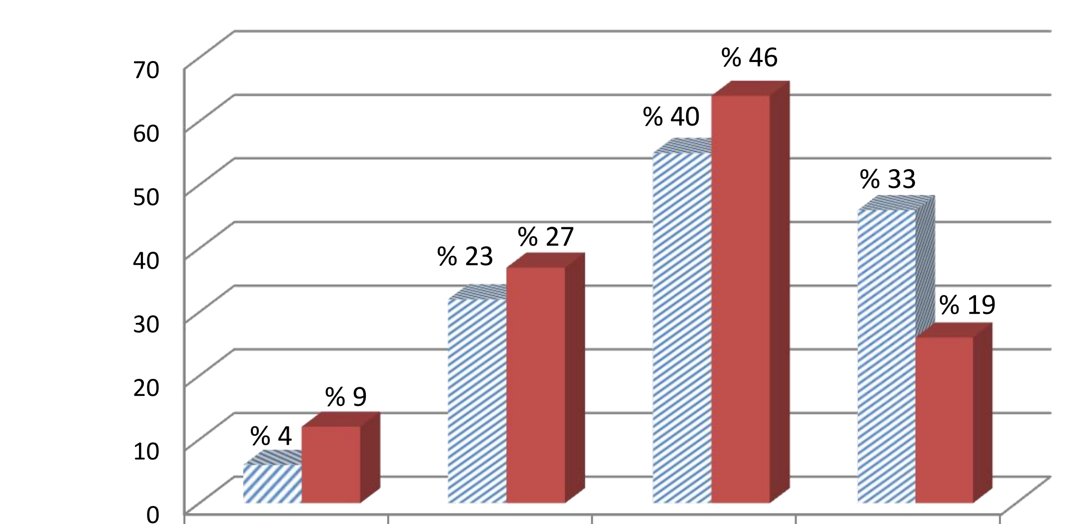
4.1.2.6. Altıncı soruya ilişkin bulgular

GBT'de yer alan altıncı soru paralel doğrular arasında kalan üçgen ve alan bilgilerini ilgilendirmekte olup alışıldık alan problemlerinden farklı bir yapıdadır. Sorunun soruluş amacı katılımcıların sınırı doğru belirleyebilmeleri ve çözümlerini açıklamak için kullandıkları matematiksel gerekçe ve ikna edici ifadelerin incelenmesidir. Altıncı sorunun testteki ifadesi şu şekildedir:

Soru 6. Şekildeki gibi Eren ve Sami'nin arsalarının sınırlarını beğenmeyen kadastro görevlisi sınırı düz bir doğru olarak yeniden belirlemek istiyor. Ama bu belirleme işlemi sırasında Eren ve Sami'nin arsalarında herhangi bir eksilme olmamasına dikkat etmesi gerekiyor. Sizce bu doğru nasıl çizilmelidir? Doğruyu çizerek gerekçenizi yazınız.



Katılımcıların ön test ve son testte altıncı soruya vermiş oldukları cevapların analizi sonucunda açıklamaların hangi kategoriye girdiği belirlenmiş ve Grafik 4.6 oluşturulmuştur. Grafik 4.6'da çözümlerin açıklanması yönünden elde edilen frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.



	Tam ve İkna Edici Açıklama	Eksik Açıklama	Yanlış Açıklama	Hiçbir Açıklama Yok
Ön Test	6	32	55	46
Son Test	12	37	64	26

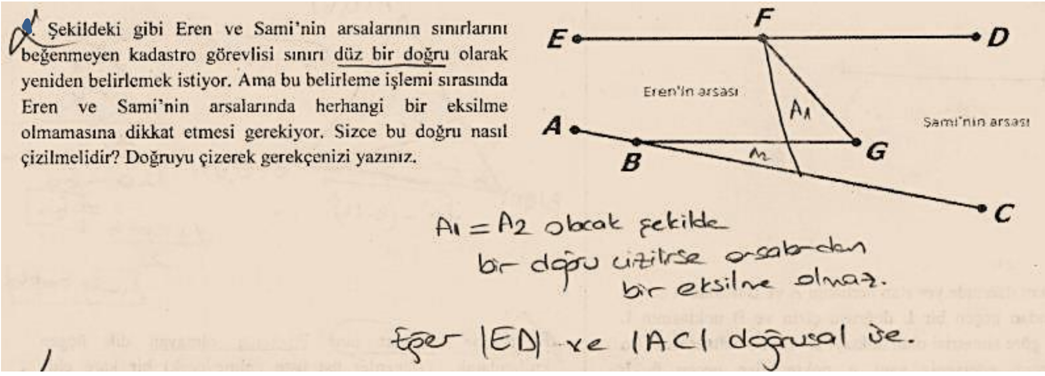
Grafik 4.6. Katılımcıların Altıncı Soruya Yaptıkları Açıklamaların Ön test ve Son Test Frekans ve Yüzde Oranları

Grafik 4.6 incelendiğinde katılımcıların ön testte % 4 oranında tam ve ikna edici açıklama, % 23 oranında eksik açıklama, % 40 oranında yanlış açıklama yaptğı ve katılımcıların % 33'ünün hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise tam ve ikna edici açıklamalar yapanların oranının % 9'a, eksik açıklama yapanların oranının % 27'ye, yanlış açıklama yapanların oranının % 46'a yükseldiği ve hiçbir açıklama yapmayanların ise % 19'a düştüğü görülmektedir.

Altıncı soruya ilişkin genel gözlemler

Gözlem 1

Altıncı soruya verilen cevapların analizi sonucunda soruda istenilen düz sınırı doğru bir şekilde çizebilen katılımcıların ön testte % 25 iken son testte ise bu oranın % 35'e yükseldiği görülmüştür. Sınırı doğru bir şekilde belirleyen bir katılımcının (#12) yanıtı Şekil 4.24'de örnek olarak sunulmuştur.

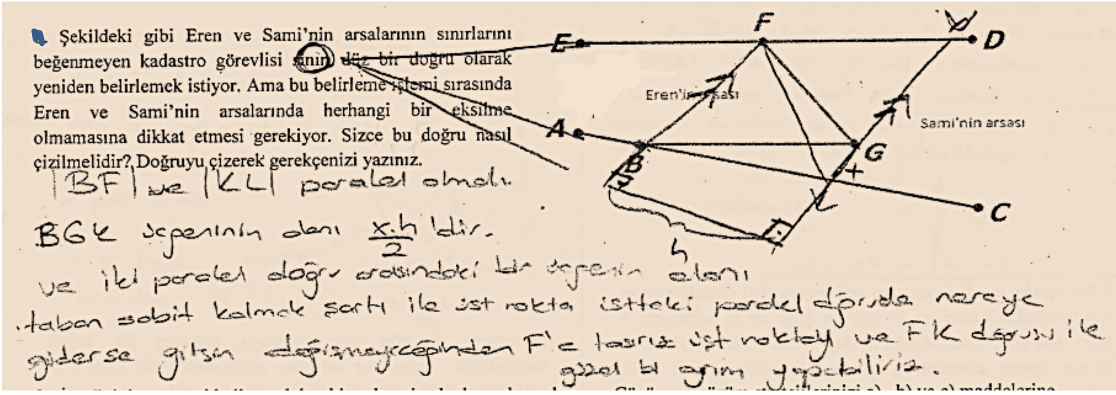


Şekil 4.24. 12 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap

Şekil 4.24'e bakıldığında katılımcının doğru bir akıl yürütme yoluyla Eren'in arsasındaki A_2 alanındaki azalmanın eş bir alan olan A_1 alanıyla telafi edileceğini ifade etmiştir. Bununla birlikte çizdiği doğrunun istenilen doğru olduğunu destekleyecek matematiksel gerekçelere yer vermemiştir. Bu nedenle de katılımcının cevabı çözümün açıklanması yönünde "eksik açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 2

Altıncı sorunun analizi sırasında elde edilen bir bulgu da katılımcıların istenilen sınırı çizerken matematiksel ikna edici ifadelere ve gerekçelere yer vermeleridir. Bazı katılımcılar önce B ve F noktalarını bir doğru parçasıyla birleştirmişler ve daha sonra da bu doğru parçasına paralel olan ve G noktasından geçen bir doğru parçası çizerek bir yamuk oluşturmuşlardır. Yamuğun köşegenlerinden herhangi birinin bizim istediğimiz sınırı oluşturduğunu belirten ve alanın neden değişmeyeceğini gerekçesiyle birlikte sunan katılımcıların oranı ön testte % 6 iken son testte % 12 olarak görülmüştür. Sınırı doğru bir şekilde çizen ve matematiksel gerekçelere yer veren bir katılımcının (#124) cevabı Şekil 4.25'te verilmiştir.

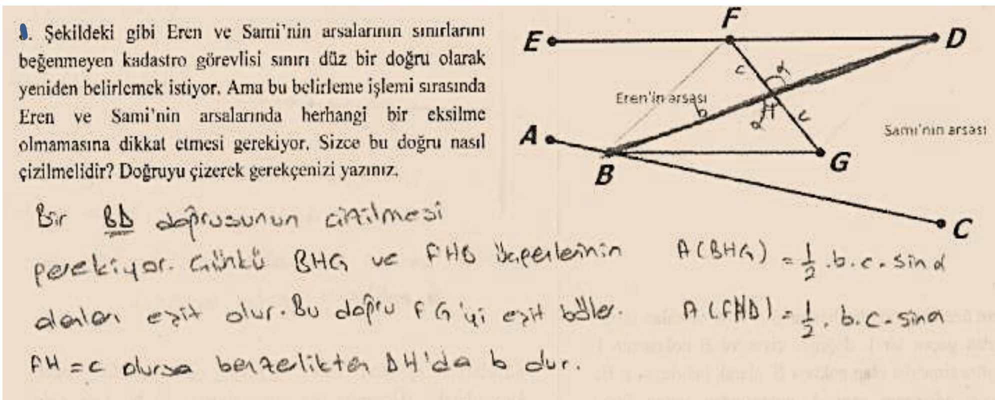


Şekil 4.25. 124 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap

124 numaralı katılımcının cevabı incelendiğinde öncelikle B ve F noktalarını birleştirdiği, daha sonra bu doğru parçasına paralel olan ve G noktasından geçen [KL] doğru parçasını çizerek BKLF yamuğunu oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca katılımcı yamuğun yüksekliğini çizerek, açıklamasında alan formülüne yer vermiş ve istenilen sınırın [FK] doğru parçası olacağını ifade etmiştir. Gerekçe olarak da bir üçgenin üst noktasının tabana paralel bir doğru üzerinde kaydırılmasının alanı değiştirmeyeceğini belirtmiştir. Çözümün açıklanması yönünden katılımcının cevabı "tam ve ikna edici açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 3

Altıncı soruya verilen yanıtların analizi sonucunda elde edilen bir başka bulgu da bazı katılımcıların soruda belirtilmemesine rağmen FD ve BG doğru parçalarını paralel kabul etmeleri ve benzerlik oluşturarak soruya çözüm getirmeleridir. Soruda benzerlik kuran katılımcıların oranı ön testte % 9 iken son testte % 11 olmuştur. Altıncı soruya bu türden yanıt veren bir katılımcının (#79) çözümü Şekil 4.26'de örnek olarak sunulmuştur.

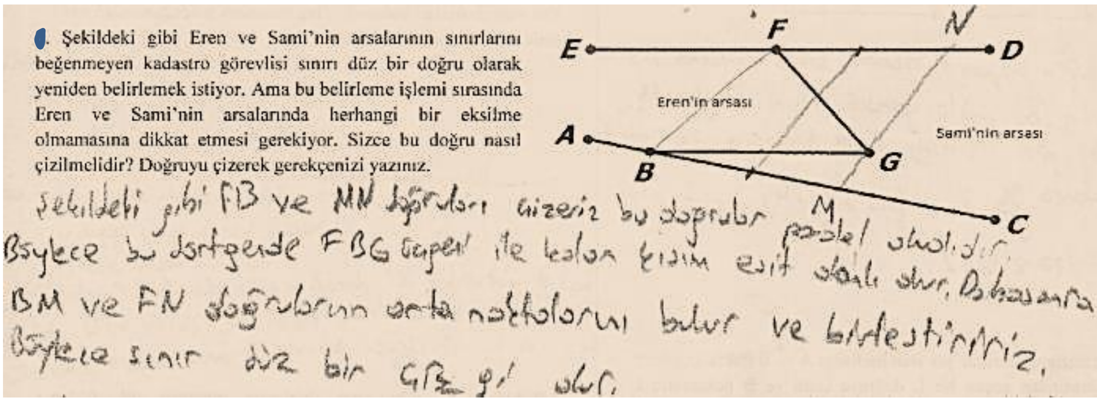


Şekil 4.26. 79 numaralı katılımcının ön test altıncı soruya verdiği cevap

Katılımcının cevabı incelendiğinde sınırı belirlediği ve oluşan BHG ve FHD üçgenlerinin alanlarının eşit olduğunu ifade ettiği, gerekçe olarak da oluşan üçgenlerin benzerliğini sunduğu görülmektedir. Soruda [BG] ve [FD] doğru parçalarının paralel olup olmadığı ile ilgili bir veri bulunmadığından katılımcının bu açıklaması "yanlış açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Gözlem 4

GBT altıncı sorusuna verilen yanıtların analizi sonucunda katılımcıların önemli bir kısmının hem ön testte hem de son testte soruyu yanlış çözdükleri veya boş bıraktıkları gözlemlenmiştir. Soruyu yanlış çözen veya boş bırakan katılımcıların oranı ön testte % 71 iken son testte bu oranın % 64'e gerilediği görülmüştür. Soruyu yanlış çözen bir katılımcının (#55) cevabı Şekil 4.27'de sunulmuştur.



Şekil 4.27. 55 numaralı katılımcının son test altıncı soruya verdiği cevap

Katılımcının cevabı (#55) incelendiğinde [BF] ve [MN] doğru parçalarını paralel olarak oluşturabildiği buna karşın sınırın oluşan yamuğun ortasından geçeceğini belirttiği görülmektedir. Katılımcı sınırı yanlış çizmekle birlikte, yanıtını matematiksel geçerli açıklamalarla destelemediğinden katılımcının bu yanıtı çözümün açıklanması yönünden "yanlış açıklama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Analizlerin Genel Değerlendirmesi

Araştırmada katılımcıların açık uçlu sorulara getirdikleri çözümlerini açıklamalarına ve başarılarına SM ve GSP destekli eğitimlerin etkileri incelenmiştir. Geometri başarı testinin ön test ve son test olarak uygulanması sonucu elde edilen veriler nicel analiz yöntemleri ile analiz edilmiş ve gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca her bir soru için katılımcıların ön test ve son testte açıklamalarındaki nitel değişimleri belirlemek amacıyla analizler yapılmış ve genel gözlemlerden bahsedilmiştir.

Nicel analizlerde tüm katılımcıların cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden ön test ve son test ortalama puanları karşılaştırılmış ve eğitimler sonucu ortalama puanların anlamlı düzeyde arttığı görülmüştür. Bu bulgu SM ve GSP destekli eğitimlerin hem geometri başarısını hem de açıklamaların niteliğini arttırdığını göstermektedir. SM ve GSP gruplarının eğitimler öncesinde ortalama puanlarını karşılaştırmak için bağımsız örneklemler t-testi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda SM grubunun ön test ortalama puanlarının hem cevabın doğruluğu hemde çözümün açıklanması yönünden GSP grubundan daha düşük olduğu fakat aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Eğitimler sonrasında grupların ortalama puanlarındaki değişimi karşılaştıabilmek için önce fark puanları hesaplanmış daha sonra da bağımsız örneklemler t-testi yapılmıştır. Buna göre hem cevabın doğruluğu hem de çözümün açıklanması yönünden SM gruplarındaki katılımcıların puanlarının GSP gruplarındaki katılımcıların puanından daha fazla yükseldiği, fakat SM ve GSP grupları arasındaki puan farkının istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde olmadığı görülmüştür.

Katılımcıların altı açık uçlu soruyu çözerken kullandıkları açıklamaların niteliğini belirlemek ve genel gözlemlerin sunulması verilerin nitel analizi yapılmıştır. Her bir soru için çözümün açıklanması yönünden katılımcıların yanıtları değerlendirilmiş ve her bir soru için frekans ve yüzde oranlarını gösteren grafikler oluşturulmuştur. Grafiklerin yorumlanmasından sonra katılımcıların tekrar eden ve ilgi çeken bazı yanıtlarından örnekler sunulmuş ve gerekli açıklamalar yapılmıştır. Katılımcıların tüm sorularda SM ve GSP destekli eğitimler sonrasında tam ve ikna edici açıklamalarında artış olduğu görülmüştür. 1., 2. 3. ve 5. sorularda tam ve ikna edici açıklamalarında % 30'dan fazla artış gerçekleşmiş 4. ve 6. sorularda ise daha az artış meydana gelmiştir. Özellikle altıncı soruda katılımcıların son testte yalnızca % 9'a yakını tam ve ikna edici açıklama yapabilmişlerdir. Katılımcıların altıncı soru tarzındaki sorularla daha önceden karşılaşmamış olmaları soruda genelde yanlış açıklama yapanlar kategorisinde yoğunlaşılmasına neden olduğu söylenebilir. Sonuç olarak SM ve GSP destekli geometri derslerinin katılımcıların açıklamalarında matematiksel gerekçeler sunma, ikna edici bir dil kullanma, geometrik düşünme becerilerini kullanmaları anlamında olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir.

4.2. TARTIŞMA

Bu bölümde hem nicel analizlerden hem de çözümün açıklanması yönünden elde edilen bulgular tartışılacaktır.

4.2.1. Nicel Analizlerden Elde Edilen Bulguların Tartışılması

Araştırmaya katılan ilköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin GBT'deki 6 açık uçlu geometri sorusuna verdikleri yanıtlar analiz edilmiştir. Bağımsız örneklemler için t-testi sonuçları eğitimler öncesinde SM ve GSP gruplarının hem cevabın doğruluğu hem de çözümün açıklanması ortalama puanları arasında istatistiksel anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Tüm katılımcıların eğitimler sonunda ortalama puanları anlamlı derecede yükselmiştir. Cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden ilişkili örneklemler t-testi sonuçları ortalama puanların yaklaşık 2,5 puan yükseldiği görülmüştür. Bu bulguya dayalı olarak SM ve GSP destekli eğitimlerin geometri başarısını arttırmada ve açıklamaları geliştirmede önemli etkide bulunduğu söylenebilir. Benzer şekilde Tutak (2008) hem somut materyal hem de dinamik geometri yazılımları kullanımının geometri başarısını arttırdığı, Christou ve arkadaşları ise (2004) GSP yazılımının başarıyı arttırmada ve açıklamaların gelişiminde etkili olduğunu araştırmalarında ortaya koymuşlardır.

Eğitimler sırasında açık uçlu problem durumlarının oluşturulması ve çözümlerine ikna edici açıklamalar yapmaları için öğrencilerin teşvik edilmelerinin de etkili olduğu düşünülmektedir. Dinamik geometri yazılımı GSP'nin öğrencilere keşfetme, tahmin etme, çıkarımda bulunma ve açıklamalar yapabilmeleri için doğal bir araştırma ortamı sunduğu (Bintaş ve Bağcıvan, 2007); somut materyallerin ise daha gelişmiş çözümler üretmelerinde ve somut deneyimler yaşayarak kavramsal bilgiler edinmelerinde (Empson ve Turner, 2006) öğrencilere fırsatlar sunduğu söylenebilir.

Cevabın doğruluğu ve çözümün açıklanması yönünden grupların ortalama puanlarının karşılaştırılması amacıyla bağımsız örneklemler t-testi kullanılmıştır. Bulgular cevabın doğruluğu ve özellikle de çözümün açıklanması yönünden SM gruplarının ortalama puanlarının GSP gruplarına göre daha fazla arttığını göstermekle beraber fark puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu bulgu SM veya GSP destekli eğitimlerin herhangi birinin diğerine üstünlüğünün olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Buna karşın Tutak (2008)'ın araştırma bulguları başarı yönünden somut materyallerin dinamik yazılımlara göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Bayram (2004), araştırmasında somut materyallerin başarıyı arttırma da etkili olduğunu ortaya koyarken, Demir (2010) dinamik geometri yazılımlarının başarıyı arttırdığını fakat geometrik düşünmenin gelişmesinde etkisinin bulunmadığı bulgusuna ulaşmıştır. Jones'de (2000) dinamik geometri yazılımlarının matematiksel açıklamaların gelişimine katkı sağlayacağını savunmaktadır. Yapılan çalışmada SM ve GSP destekli eğitimleri gerçekleştiren öğretim üyeleri sürekli olarak bilgi alışverişinde bulunmuş ve çalışmalar birlikte yürütülmüştür. Grupların puan ortalamaları arasında fark çıkmamasında bu durumun etkisi olmuş olabilir. Sonuç olarak geometri başarısını arttırmada ve ikna edici açıklamalar yapabilmede somut materyal ve dinamik geometri yazılımlarının her ikisinin de olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir.

SM ve GSP destekli uygulamaların geometri başarısını arttırmadaki etkililiği öğrencilerin sınıf düzeyi, öğretmenlerin tercihleri ve yetenekleri ve çalışılan konu ile de yakından ilgilidir. Olkun (2003) öğrencilerin bilişsel gelişimleri ile paralel olarak ilköğretimin başlarında somut materyallerin, ilerleyen yıllarda ise dinamik ortamların kullanılmasını önermekte; başka bir çalışmasında da (2001) hacim konusunu anlamlandırmada somut birim küp kullanımın yararlı olabileceğini belirtmiştir. Akkan ve Çakıroğlu' da (2011) öğretmenlerin akıl yürütme ve matematiksel dilin kullanımında dinamik ortamları daha etkili bulduklarını ortaya koymuştur. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının gerekli materyal kullanım bilgisine ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları, yazılım veya materyal kullanmaya yönelik tutumları, öğrenci hazırbulunuşlukları ve materyalin konuya uygunluğunun da geometri başarısının artmasında önemli yer tuttuğunu söylemek mümkündür. Bu anlamda yapılan çalışma öğretmen adaylarının farklı materyallerle birinci elden yaşantılar geçirmesini ve materyal yardımıyla matematiğin nasıl öğretileceğine dair bir farkındalık kazanmalarını sağlamıştır.

4.2.2. Çözümün Açıklanması Yönünden GBT'deki Her Bir Sorudan Elde Edilen Bulguların Tartışılması

Bu kısımda çözümün açıklanması yönünden her bir sorunun analizinden elde edilen bulgular tartışılacaktır.

4.2.2.1. Birinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması

GBT birinci sorusunun analizi sonucu çözümün açıklanması yönünden elde edilen bulgular öğrencilerin SM ve GSP destekli eğitimler sonunda tam ve ikna edici açıklamalarında önemli bir artış, eksik açıklamalarda ise bir düşüş gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca çözümünde hiçbir açıklama yapmayan öğrencilerin sayısında da bir miktar düşüş gerçekleşmiştir. Bu bulguya dayalı olarak öğrencilerin açıklamalarında olumlu yönde bir gelişme olduğu söylenebilir. Bu bulgu Jones (2000) ve Güven ve Karataş'ın (2009) araştırmalarının bulguları ile paralellik göstermektedir. İki çalışma bulguları da dinamik geometri yazılımlarının matematiksel açıklamalar yapabilme becerilerini arttırdığını ortaya koymuştur. Eğitimler sırasında SM gruplarında kâğıt katlayarak farklı geometrik şekillerin alanları arasındaki ilişkiler incelenmiş ve öğrenciler matematiksel ikna edici açıklamalar sunmuşlardır. Kâğıt katlama etkinliğinin öğrencilerin diklik, paralellik, yükseklik gibi kavramları anlamlandırmalarında etkisinin olduğunu söylemek mümkündür.

Birinci sorunun analizi sonucu öğrencilerin tekrar eden yanıtlarından yola çıkarak bazı bulgulara ulaşılmıştır. Soruda öğrencilerin herhangi bir üçgenin kenar orta noktalarını birleştirmeleri ve oluşan dört üçgenin eşit alanlı olduğunu gerekçeleriyle açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri incelendiğinde ön testte soruya sadece çizim yaparak cevap verdiği herhangi bir açıklamada bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca açıklama yapan ve açıklamasında ikna edici matematiksel gerekçelere yer veren katılımcıların oranının yükseldiği görülmüştür. Çözümlerinde gerekçelere yer veren katılımcılar üçgende taban, yükseklik, benzerlik ve alan ilişkilerini doğru oluşturabilmiştir. Yukarıda değinilen iki bulgu SM ve GSP destekli eğitimlerin açıklama yapmada ve çözümlerine ikna edici gerekçeler sunmada olumlu bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Hadas ve arkadaşlarının (2000) araştırmasında da benzer olarak dinamik geometri yazılımının varsayımlarda bulunabilme, varsayımın doğruluğunu kontrol edebilme ve gerekçeler sunma fırsatı sunduğu belirtilmiştir. Soruya tam ve ikna edici açıklama veren katılımcıların alan ve benzerlik ilişkilerini doğru kurabilmeleri geometrik düşünme alışkanlıklarından ilişkilerle muhakeme etmeyi kullanabildikleri yönünde değerlendirilebilir (Driscoll ve ark., 2007: 12).

Birinci sorunun analizi sonucu elde edilen bulgulardan birisi de bazı katılımcıların herhangi bir üçgen yerine çözümlerini eşkenar üçgenle sınırlamalarıdır. Bu bulgu bazı öğrencilerin geçmişten gelen alışkanlıklarını sürdürme eğiliminde olduğunu gösterebilir. Şöyle ki Baki ve Kartal'a (2004) göre üniversite hazırlık sürecinde sürekli en hızlı ve en kısa yoldan çözüme ulaşma alışkanlığı kazanan öğrencilerin bir geometri probleminin olası bütün çözümleri üzerinde düşünme ve işlemlerin arkasında yatan kavramsal anlamları aramaya çalışmaları pek mümkün olamamaktadır. Bu doğrultuda Peretz (2006) kavramsal öğrenmelerin kazandırılmasında akıl yürütmelere dayalı düşünme alışkanlıklarının geliştirilmesi, Mistretta (2000) ise bunu sağlamada iyi öğrenme ortamlarının tasarlanması gerektiğine işaret etmektedir. Bu noktada kısa sürede sayısız deneme yapmaya ve sonuçlarını görmeye fırsat sunan dinamik geometri yazılımları öğretim etkinliklerinde kullanılabilir (Hanna, 2000).

4.2.2.2. İkinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması

Çözümün açıklanması yönünden analizi yapılan ikinci sorudan elde edilen bulgulara göre öğrencilerin SM ve GSP destekli eğitimler sonucunda tam ve ikna edici açıklamalarında önemli bir artış gerçekleştiği görülmüştür. Eğitimler öncesinde katılımcıların büyük çoğunluğunun çözümü eksik açıklama kategorisinde yer alırken eğitimler sonrasında tam ve ikna edici açıklama kategorisindeki çözümler önemli bir artış göstermiştir. Açıklamaların niteliğindeki bu değişimde SM ve GSP destekli uygulamaların etkisi yanında eğitimleri gerçekleştiren öğretim üyelerinin sürekli olarak açıklama yapmanın önemi ve açıklamaların neden sorusuna cevap olabilmesi gerektiğine vurgu yapmalarının da etkili olduğu düşünülmektedir.

İkinci soruda katılımcıların problem çözümlerinde çizim yapmaları, gerekçe sunmaları ve genellemeye ulaşmaları beklenmiştir. Cevap kâğıtlarının nitel analizi sonucunda katılımcıların bazılarının simetri dönüşümünü doğru bir şekilde yapamadığı ve dolayısıyla simetri noktalarını belirleyemediği görülmüştür. Eğitimler sonrasında ise simetri noktalarını doğru bir şekilde belirleyen ve çember sonucuna ulaşan öğrencilerin oranında artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte bazı katılımcılar simetri noktalarının birleşimi sonucu çember oluşacağını belirlemelerine rağmen oluşan geometrik şeklin neden çember olacağına dair ikna edici gerekçeler sunmamışlardır. Bu bulgudan yola çıkarak SM ve GSP destekli eğitimler esnasında özellikle kazandırılmaya çalışılmasına rağmen bazı öğrencilerin gerekçelendirmeler yapmada zorlandıkları söylenebilir. Hanna (2000) ikna edici gerekçeler sunmanın önemli olduğunu ve bu noktada dinamik geometri yazılımlarının yararlı olabileceğini belirtmiştir. Soruda bütün katılımcıların çözümlerinde gerekçelere yer vermediği fakat eğitimler sonrasında gerekçe sunulan açıklamaların sayısındaki artışta GSP destekli uygulamaların etkili olduğunu söyleyebiliriz. GSP yazılımı simetri dönüşümü ile ilgili kolay ve sınırsız sayıda denemenin yapılmasına olanak sağlamakta ve bu yolla genellemeler yapılmasına olanak sağlamaktadır (Güven ve Karataş, 2009). Bununla birlikte kâğıt katlamalar yoluyla da bir doğruya göre farklı noktalara göre simetri alınabilmekte ve somut deneyimler yoluyla simetri kavramının oluşması sağlanabilmektedir. Cobb ve Yackel (1996) öğrencilerin kavramsal gelişimlerini ilerletmek ve gerekçeli açıklamalar sunabilmelerinde sanal ve somut materyallerin her ikisinin de kullanılmasını önermektedir.

İkinci sorunun analizi sonucunda ortaya çıkan bir durumda bazı katılımcıların simetri noktalarını doğru bir şekilde belirlemelerine rağmen noktaların birleşimi sonucunda çember yerine daire, parabol ya da elips oluşacağı şeklinde yanlış yanıtlar vermeleridir. Bu bulgu öğrencilerin bazı geometrik kavramları birbirine karıştırdığını veya matematiksel bir dil kullanmada özensiz davrandıklarını göstermektedir. Jones'de (2000) öğrencilerin matematiksel dil olarak yetersiz olduklarını ve bu yetersizliğin giderilmesinde dinamik geometri yazılımları kullanımının ve akıl yürütmelere dayalı tartışmalar yürütmenin etkili olabileceğini belirtmiştir. Kamina ve Iyer'de (2009) matematiksel dilin gelişiminde ve derin kavramsal anlamaların sağlanmasında somut materyallerin etkili olabileceğine vurgu yapmıştır. Bununla birlikte öğrencilerin bilgileri arasında ilişkiler kuracakları ve genellemelere ulaşacağı etkinlikler de matematiksel dil geliştirmelerine katkı sağlayabilecektir (Driscoll vd., 2007:100).

4.2.2.3. Üçüncü sorudan elde edilen bulguların tartışılması

GBT üçüncü sorusu SM ve GSP destekli eğitimlerin altınca haftasında gerçekleştirilen etkinlikle ilgilidir. Çözümün açıklanması yönünden elde edilen bulgulara göre eğitimler öncesinde katılımcıların çok azının tam ve ikna edici açıklama yaptığı eğitimler sonrasında ise tam ve ikna edici açıklamalarda önemli bir artışın gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca yanlış açıklama yapan ve hiçbir açıklama yapmayan katılımcı sayıları azalmıştır. Bu bulguya dayalı olarak SM ve GSP destekli eğitimlerin açıklamalara olumlu yönde bir etkisinin olduğu söylenebilir. Buna karşın öğrencilerin son testte yarısından daha azının tam ve ikna edici açıklamalar sunması açıklamalar yönünden istenilen seviyeye tam olarak ulaşmadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Soruda öğrencilerden çözümlerini hem çizimle göstermeleri hem de yaptıkları işlemleri adım adım anlatmaları istenmiştir. Cevapların analizi sonucunda işlemlerini adım adım anlatan katılımcıların sayısında önemli bir artış gerçekleştiği görülmüştür. Eğitimler öncesinde katılımcıların yarısı soruya yalnızca çizim yaparak yanıt vermişlerdir. Bu katılımcılardan bazıları kareyi doğru bir şekilde altı parçaya ayırmış, istenilen dikdörtgeni doğru bir şekilde oluşturmuş, matematiksel gösterim ve sembolleri doğru bir şekilde kullanmış fakat hiçbir sözel ifadeye yer vermemişlerdir. Bu bulgu Karakoca (2011) ve Yeşildere'nin (2006) yaptıkları araştırmaların bulguları ile paralellik göstermektedir. Her iki araştırmada da problemin çözümünü açıklamada öğrencilerin zorluk yaşadığı belirtilmiştir. Bu durumun öğrencilerin geçmiş deneyimlerini ilgilendirdiği düşünülmektedir. Birçok öğrenci liselere yerleştirme sınavları ve üniversite giriş sınavlarında çoktan seçmeli sorulara hızlı ve doğru cevap vermeye odaklandığından matematiksel fikirlerini yazma, açıklamalar yapma da yetersiz kaldığı söylenebilir. Bu nokta da cebir ve geometri öğretiminde açık uçlu sorular kullanımının hem akıl yürütmeler hem de öğrencilerin düşünme şekillerini ortaya koymaları yönüyle yararlı olacağı söylenebilir (Cai, 2003; Aydoğan, 2007).

Katılımcıların çözümleri incelendiğinde dikdörtgenin temel özelliklerinden biri olan diklik kavramına açıklamalarında yeterince yer vermedikleri görülmüştür. SM ve GSP destekli eğitimler sonunda diklik sembolünü çizen veya açıklamalarında 90^0'lik açı gibi ifadelere yer verilen cevapların oranında bir artış gerçekleşmesine rağmen katılımcıların birçoğunun bu türden matematiksel sembol ve gösterimlere yer vermemeleri düşündürücüdür. Yeşildere (2003) matematik öğretmen adaylarının matematiksel dil ve terminolojileri yeterince kullanamadıkları ve bunun kavram bilgisinin eksikliği ile ilgili olduğunu vurgulamaktadır. Araştırma katılımcılarının birinci sınıf öğrencisi olmaları göz önüne alındığında SM ve GSP destekli eğitimlerin öğrencilerin geçmiş deneyimlerine oranla matematiksel dil gelişimlerine daha az etki ettiği şeklinde değerlendirilebilir.

4.2.2.4. Dördüncü sorudan elde edilen bulguların tartışılması

GBT'deki dördüncü sorudan elde edilen bulgular SM ve GSP destekli eğitimlerin tam ve ikna edici açıklamaları olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte hem ön test hem de son testte eksik açıklama yapanların oranının tam ve ikna edici açıklamalar yapanların oranından düşük olması, dördüncü soruda öğrencilerin çözümün açıklanması yönünden istenilen seviyeye ulaşamadıklarını göstermektedir. Soruda alanın sabit kalmasını sağlayacak olası bütün noktaların bulunması istendiğinden taban sabitken yüksekliğinde sabit olduğu durumda tepe noktasının hareketinin alanı değiştirmeyeceği ve bu nedenle de tepe noktasının sonsuz sayıda değer alabileceği genellemesine ulaşmaları beklenmektedir. Sorunun çözümünde öğrenciler geometrik düşünme alışkanlıklarından geometrik fikirlerin genelleştirilmesinde zorlanmışlardır. Güven ve Karataş (2009) dinamik geometri yazılımlarının tahmin etme, genellemeler yapma ve buna bağlı olarak da matematiksel açıklamalar yapabilmeye olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir. GSP benzeri dinamik geometri yazılımları geometrik şekiller üzerinde anlık değişimler yapılmasına olanak sağlamakta bu da düşünceye dinamik bir boyut kazandırmaktadır (Goldenberg ve Cuoco, 1998). Ayrıca geometrik düşünmede genelleme yapma ve geometrik ilişkilerin keşfedilmesinin önemli olduğu ve GSP yazılımının geometrik düşünmeyi geliştirmede yararlı olduğu söylenebilir (Choi Koh, 1999).

Katılımcıların eğitimler sonrasında çözümlerinde matematiksel gerekçelere daha fazla yer verdikleri görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin birçoğu gerekçeler sunmada zorlanmış ya da sadece cebirsel işlemleri gerekçe olarak sunmuştur. Benzer şekilde Chick'de (2003) öğretmen adaylarının açıklamalarında ikna edici bir dil kullanamadıklarını ve ikna edici gerekçeler sunamadıklarını belirtmiştir. Cai (2003) problemlerin çözümlerinde gerekçelere yer vermenin akıl yürütme becerilerini ilgilendirdiğini belirtmiştir. Bu nokta da matematiksel anlamalar geliştirmede ve daha fazla düşünmeye yol açmada neden sorularının sık kullanılması kritik önem taşımaktadır (Sandborg, 1998; Chick, 2003). Araştırma kapsamında SM ve GSP destekli olarak yürütülen eğitimlerin her ikisinde de öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları amacıyla sürekli olarak neden, nasıl ve niçin sorularına yer verilmiştir. Bulgular öğrencilerin hem genellemelere ulaşma hem de çözümlerine ikna edici gerekçeler sunmada olumlu yönde geliştiklerini göstermiştir.

Geleneksel öğretim uygulamalarında öğretmen ve öğrenciler çoğu zaman matematik öğrenmeyi sadece işlemsel bazı adımları takip etme, formül kullanarak sayısal sonuç bulma şeklinde gerçekleştirmekte ve bu nedenle de kavramsal anlamalar geri planda kalmaktadır (Fuchs vd., 1997). Öğrencilerin soruda istenenlere sadece işlemsel açıdan yaklaşmaları onların çözüm olarak sınırlı sayıda nokta bulmalarına yol açmış bu nedenle de genellemeye ulaşamamışlardır. Eğitimler sırasında çözümlere açıklamalar sunma konusunda ağırlıklı durulması ve soruda da açıklama yapmaları özellikle belirtilmesine rağmen öğrencilerin önemli bir kısmı soruyu sadece matris ve determinant hesabı yaparak cevaplamıştır. Bu bulgu eğitimlerin beşinci soru açısından öğrencilerin açıklama yapabilme becerilerini etkilemediği ya da geçmiş deneyim ve alışkanlıklarını sürdürme eğiliminde oldukları şeklinde yorumlanabilir. SM ve GSP gruplarının her ikisinde de dördüncü soru benzeri geometri problemlerine yer verilmesine ve tartışmalar oluşturulmasına karşın katılımcılar alıştıkları işlemsel yöntemleri tercih etmişlerdir. Bu noktada Toluk Uçar (2011), öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitiminde ortaöğretimden getirdikleri bilgilerini kavramsal biçimlere dönüştürecek deneyimler edinmelerinin sağlanması gerektiğini belirtmiştir.

4.2.2.5. Beşinci sorudan elde edilen bulguların tartışılması

Beşinci sorunun analizi sonucu elde edilen bulgular tam ve ikna edici açıklamaların oranında artış olduğunu, diğer kategorilerde azalma olduğunu göstermiştir. Bu bulguya dayalı olarak SM ve GSP destekli eğitimlerin katılımcıların açıklamalarına olumlu yönde bir etkisinin olduğu şeklinde yorumlanabilir. Sorunun çözümünde katılımcıların gerekçelerini çizim yardımıyla açıklamaları istenmiştir.

Katılımcıların önemli bir bölümü istenilen özelliklere sahip kareyi oluşturabilmiş fakat çok az sayıda katılımcı gerekçeler sunmuştur. Eğitimler sonunda bile katılımcıların yarısından fazlası açıklamalarında gerekçeler sunmamıştır. Bu bulgu öğrencilerin eğitimler sırasında üzerinde durulmasına rağmen gerekçe yapma gereksinimi duymadıkları veya çizim yapmayı ikna edicilik açısından yeterli buldukları şeklinde yorumlanabilir. Bicknell (1999) öğrencilerin birçoğunun iyi bir açıklamanın özelliklerini ve gerekçenin ne anlama geldiğini bilmediklerini belirtmektedir. Driscoll ve arkadaşları (2007) da öğrencilerin sahip oldukları dilin açıklamalar yapmalarına engel teşkil edebileceğini ve yapılacak etkinlikler yardımıyla akademik bir dilin oluşmasının sağlanabileceğini düşünmektedirler. Bu çerçevede Bicknell'de (1999) açıklama yazma ve gerekçeler sunma süreçlerinin öğrencilerin akıl yürütme ve analiz becerilerinin gelişimine yardımcı olacağını belirtmiştir. Yackel ve Cobb (1996) ise kabul edilebilir matematiksel açıklamalar ve gerekçelendirmeler yapmada sınıf içinde öğrencilerin matematiksel tartışmalar yapabildiği, çözüm ve fikirlerini savunabildiği sosyomatematiksel normlar oluşturmaya vurgu yapmıştır. Araştırmada gerçekleştirilen SM ve GSP destekli eğitimlerin ikisinde de tartışmalara odaklı açıklama yazma etkinliklerinin akademik dil oluşumuna ve açıklama becerilerine olumlu etki ettiği söylenebilir.

Katılımcılardan bazılarının özellikle de eğitimler öncesinde yarıya yakınının soruyu yanlış çözdüğü veya boş bıraktığı görülmüştür. Soruyu yanlış çözen katılımcılardan birçoğu bir karenin köşegenlerinden yola çıkmış ve köşegenlerin kesişimi sonucu oluşan dört üçgenin ikizkenar olması nedeniyle de istenilen özelliklere sahip bir kare oluşturulamayacağını ifade etmiştir. Bu bulgu geometri öğreniminde bir geometrik kavram veya problem üzerinde olası bütün durumları düşünmenin ve zihinsel zorlanmaların gerekliliğine delil olarak kabul edilebilir. Akkan ve Çakıroğlu (2011) somut materyal kullanımının öğrencilerin akıl yürütmelerine ve kavramlar arası ilişkileri keşfetmede yararlı olduğunu, Karakuş'da (2010) kâğıt kesme ve katlamalar yardımıyla düşünme ve soyutlama becerilerinin gelişebileceğini belirtmektedir. Ayrıca somut materyaller bilginin farklı şekillerde sunulmasını ve temsil edilebilmesini olanaklı kılmaktadır (Uttal ve ark., 2009). SM destekli gruplarda ikinci hafta gerçekleştirilen etkinlikte kâğıt katlamalar yoluyla öğrencilerin farklı geometrik şekiller oluşturmaları ve alanları karşılaştırmaları sağlanmış, etkinlikte problemin çözümünde olası bütün durumları göz önüne almaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin katlamalar yoluyla büyük şekillerin içinde küçük şekiller oluşturmaları ve alanlar arasındaki ilişkileri araştırmaları geometrik düşünme alışkanlıklarından ilişkiler kurarak muhakeme etmeyi kullanmalarını sağlamıştır.

Beşinci soruda az da olsa bazı katılımcıların eşkenar dörtgenle kareyi birbirine karıştırdıkları görülmüştür. Bu bulgu katılımcıların açıklama yapma, açıklamalarında gerekçeler sunmada zorlanmakla birlikte bazı temel kavramlarla ilgili bilgilerinin de yüzeysel kaldığını göstermektedir. Baki ve Kartal (2004) kural ve işlemlere öncelik verilmesinin işlemsel bilginin de yüzeysel düzeyde öğrenilmesine yol açtığını belirtmektedir. Buna paralel olarak öğrenciler bilgilerini kavramsal olarak edinmediklerinde problem çözmede de zorlanmaktadırlar (Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Bu noktada dinamik özelliği sayesinde sorgulama ve keşfetmeler yapılabilmesi, uygulanan dönüşümlerin sonuçlarının doğrudan görülebilmesi nedeniyle GSP yazılımı kullanılması faydalı sonuçlar doğuracaktır (Hanna, 2000; Vatansever, 2007).

4.2.2.6. Altıncı sorudan elde edilen bulguların tartışılması

Altıncı sorunun analizi sonucunda elde edilen bulgular katılımcıların tam ve ikna edici açıklamalarında bir miktar artış olduğunu göstermiştir. Bununla beraber katılımcıların eksik açıklamalarında ve yanlış açıklamalarında da artış görülmüştür. Bu durum SM ve GSP destekli eğitimlerin katılımcıların açıklamalar geliştirmelerine etki ettiğini fakat hedeflenen düzeye tam olarak erişilmediğini göstermektedir. Bu durumun oluşmasında altıncı sorunun öğrencilerin alışık olduğu soru tarzından farklı olması etkili olmuş olabilir. Öğrencilerin bir çoğu üniversite hazırlık sürecinde yamuğun alanı ile ilgili sayısız çoktan seçmeli soruyla uğraşmalarına rağmen, problem şeklinde ve alışılmışın dışında sunulan bir soruda yeterli başarıyı gösterememişlerdir. Bu noktada gerçekleştirilen eğitimlerin öğrencilerin açıklamaları üzerinde beklenen etkiyi tam olarak göstermediği söylenebilir. Güven ve Karataş'ın (2009) bulgularında da benzer bir durum söz konusudur. Benzer şekilde Baki ve Kartal (2004) araştırmalarında işlem bilgisi gerektiren sorularda öğrencilerin daha az zorlandığını ve kendilerine güvendiklerini buna karşın derin anlamaları gerektiren kavramsal soruları yanıtsız bıraktıklarını ortaya koymuşlardır.

Sorunun analizi sonucunda ikna edici gerekçeler ve açıklamalarda bir miktar artış gerçekleştiği görülmüştür. Bazı katılımcılar geometrik düşünme alışkanlıklarından "sabitlerin incelenmesi" alışkanlığını kullanarak alanın değişmemesi için yamuk şeklini oluşturarak soruya doğru cevap vermişlerdir. Ayrıca yükseklik ve tabanın sabit olduğu durumda alanında sabit olacağını hem çizim hem de ikna edici gerekçelerle sunmuşlardır. GSP yazılımının kullanıldığı etkinliklerde (örn. Üçgenlerin karşılaştırılması) bir noktanın hareketi sonucu şeklin özelliklerinden nelerin değişip nelerin sabit kalacağı üzerinde tartışılmıştır. Bu anlamda GSP yazılımının öğrencilerin soyut düşünmelerinin harekete geçmesine (Güven ve Karataş, 2009) ortam sağladığı söylenebilir.

Katılımcıların eğitimler sırasında alışılmışın dışında problemler üzerinde uğraşmalarına karşın soruya büyük oranda yanlış cevap vermişler, bazıları da soruda verilmeyen durumları verilmiş gibi kabul etmişlerdir. Jones'e (2000) göre öğrencilerin "doğru gözüküyor" demekten ikna edici tartışmalar yapabilmelerine yönlendirilmelerinde dinamik geometri yazılımları etkili olabilir. Clements (1999) ise geometri öğretiminde somut materyal kullanımının birçok avantaj sağlayacağını belirtmiştir. Somut materyallerle öğretim yapılması öğrencilerin hem eğlenerek öğrenmeleri hem de motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır. Bu noktada materyallerin sınırlılıklarının iyi bilinmesi, kavram yanılgılarına sebep olup olmayacağı ve amaca hizmet edip etmeyeceği önem taşımaktadır (Thompson, 1994). Bunun içinde öğretmenin öğrencilerin düşünmelerine olanak sağlayacak en etkili yöntemi belirlemesi önem taşımaktadır. Bu çerçeve de SM ve GSP destekli eğitimler değerlendirildiğinde her ikisinde de öğrencilerin GDA'lar kazanmaları ve ikna edici açıklamalar sunmaları için çalışılmış ve anlamlı bir ilerleme sağlandığı görülmüştür.

4.2.3. Genel Anlamda Bulguların Tartışılması

Bu araştırmada Somut Materyal (SM) ve Geometer's Sketchpad (GSP) kullanılarak gerçekleştirilen eğitimlerin matematik öğretmenliği öğrencilerinin geometri başarılarına ve açık uçlu geometri problemlerini çözerken yaptıkları açıklamalara etkileri incelenmiştir. Açık uçlu altı sorudan oluşan Geometri Başarı Testi'nden (GBT) elde edilen bulgular her iki grupta da geometri başarılarının yükseldiğini ve açıklamalarının geliştiğini göstermiştir. Eğitimler sonrasında başarıdaki gelişimin beklendik bir durum olması ile birlikte açıklamaların da niteliğinin değiştiği görülmüştür. Soruların tümünde daha fazla gerekçelere yer verilmiş ve ikna edici bir dil kullanımı artmıştır. Bu olumlu değişimlerle birlikte katılımcıların sorularda istenenleri tam olarak yapamadıkları, birçok katılımcının açıklama sunmada zorlandıkları, sadece işlem yapmayı veya çizimle göstermeyi ikna edicilik yönünden yeterli gördükleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca alışmış olduklarından farklı türde ve zihinsel uğraş gerektiren problemlerde boş bırakma veya ilgisiz yanıt verme eğiliminde olmuşlardır. Bu durumun öğrencilerin geçmiş deneyimlerinde sürekli olarak çoktan seçmeli ve tek bir durumun temsil edildiği sonuca odaklı sorulara ağırlık verilmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Cai (2003) matematik öğretiminde açık uçlu sorular kullanımının akıl yürütme becerilerinin gelişiminde fırsat sunacağını ifade etmiştir.

SM ve GSP destekli eğitim yapılan gruplar açıklamaları yönünden değerlendirildiğinde bulgular SM gruplarındaki değişimin GSP grubundaki değişimden bir miktar daha fazla olduğunu fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Bu bulguya dayanarak her iki uygulamanın da faydalı olduğu ve birlikte kullanıldıklarında daha fazla verim alınabileceği söylenebilir. Öğrencilerin bilgileri üzerinde derinlemesine düşündükleri ve tartışabildikleri, çözümlerini doğru matematiksel dil ve ikna edici gerekçelerle sunabildikleri bu eğitimler öğrencilerin olumlu yönde gelişimini desteklemiştir. Tutak (2008), Bayram (2004), Demir (2010) ve Kelly'nin (2006) araştırma bulguları bu araştırmanın bulgularını desteklemektedir.

Eğitimler sırasında Driscoll ve arkadaşlarının (2007) Geometrik Düşünme Alışkanlıkları (GDA) çerçevesine yer verilmesi ve etkinlikler sırasında tartışılması öğrencilerin düşünmelerine destek olmuş olabilir. Birinci soruda üçgende benzerlik, alan, kenar ve yükseklik arasındaki ilişkilerin araştırılması ilişkilerle muhakeme etmeyi gerektirmektedir. İkinci soruda ise birçok simetri denemesi sonucu bir noktaya eşit uzunluktaki bütün noktaların birleşiminin çember olacağının belirlemesi geometrik fikirlerin genelleştirilmesi ile ilgilidir. Açık uçlu geometri problemleri öğrencilerin farklı çözüm yolları üzerinde düşünmelerine ve dolayısıyla da akıl yürütme, geometrik düşünme, genellemeler yapma gibi beceriler geliştirme fırsatı sağlamaktadır. Bu düşünceyle eğitimler sırasında da açık uçlu problemler üzerinde tartışılmış ve ikna edici açıklamalar kullanımı teşvik edilmiştir.

Öğrencilerin yanıtlarından elde edilen bulgular bazı geometrik kavramlarda sıkıntıları olduğunu göstermiştir. Örneğin ikinci soruda çember yerine daire, parabol veya elips yanıtlarına yer verilmiştir. Ayrıca katılımcıların birçoğunun çemberin tanımını rahatlıkla yapabildiği fakat neden çember olacağı hakkında gerekçe sunamadığı görülmüştür. Misretta (2000) öğrencilerin anlama olmaksızın sayısız formülü veya teoremi ezberledikleri, işlemsel bazı adımları uygulayabildiklerini fakat ne anlama geldikleri üzerinde yeterince düşünmediklerini ifade etmektedir. Bu noktada öğrenme ortamlarının düşünme becerilerinin gelişimini sağlayacak nitelikte materyallerle zenginleştirilmiş olması gerektiği ön plana çıkmaktadır.

Dördüncü soru ele alındığında öğrencilerin olası tüm durumları göz önüne alamadıkları ve sınırlı çözümler ürettikleri görülmüştür. Açıklamalarının da çoğunlukla işlemlere dayalı olduğu görülmüştür. Determinant hesabı yaparak yüksekliği belirleyen bazı katılımcılar sadece cebirsel yöntemleri kullanmışlar ve gerekçe sunmamışlardır. Bu bulgu öğrencilerin geçmiş deneyimlerinin sonraki öğrenmelerini önemli ölçüde etkilediğine işaret etmektedir. Bazı katılımcıların problemler üzerinde uzun uzun düşünmek yerine çözüme hemen ulaşma eğiliminde oldukları ve bu nedenle birkaç denemeden sonra uğraşmaktan vazgeçtikleri görülmüştür. Özellikle de altıncı soruda öğrencilerin birçoğunun soruyu yanlış çözdüğü veya boş bıraktığı görülmüştür.

Sonuç olarak hem SM hem de GSP destekli eğitimlerin öğrencilerin geometri başarılarına ve açıklamalarına önemli etkilerde bulunduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca eğitimler sonunda açıklamalarında gerekçelere yer vermede ve doğru matematiksel dil kullanmada ilerleme gerçekleşmiştir. Bununla birlikte SM veya GSP destekli eğitimlerinin hangisinin açıklamaları daha fazla geliştirdiği belirlenememiştir. Bu bulgu her iki uygulamanın birlikte kullanımının daha faydalı sonuçlar doğuracağı şeklinde yorumlanabilir. Yukarıda bahsedilenlerden yola çıkarak SM veya GSP destekli uygulamaların açıklama yapabilme becerilerini geliştirmede ve geometrik düşünme alışkanlıklarının kazanılmasında etkili olduğunu söylemek mümkündür.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu kısımda öncelikle araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı sonuçlara yer verilecek daha sonra da eğitimciler, müfredat yapıcılar ve araştırmacılar için bazı öneriler sunulacaktır.

5.1. ARAŞTIRMANIN SONUÇLARI

Yapılan araştırmada Somut materyal ve Geometer's Sketchpad yazılımı destekli eğitimlerin öğrencilerin geometri başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına etkisi incelenmiştir. Araştırma bulguları her iki uygulamanın da öğrencilerin başarılarına ve açıklamalarına olumlu yönde bir katkı sağladığını göstermiştir. Araştırma bulgularından elde edilen sonuçları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Öğrencilerin önceden geçirmiş oldukları deneyimlerinin yeni öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.
- Çözümlerini açıklama, ikna edici gerekçeler sunma ve genellemelere ulaşmada öğrenciler zorluk yaşamaktadır. Ayrıca matematiksel geçerli bir dil kullanmada yetersiz kalınmış ve çözümlerde buna özen gösterilmemiştir.
- Geometri problemleri çözülürken işlem ve kurallara dayalı problemlerde kavramsal bilgi ve düşünmeyi gerektiren problemlere göre daha başarılı olunmaktadır.
- SM ve GSP destekli eğitimler öğrencilerin geometri başarılarına, ikna edici açıklamalar yapmalarına ve geometrik düşünme becerilerine olumlu yönde etki etmiştir.
- Öğrencilerin ikna edici açıklamalar oluşturmada SM ve GSP destekli eğitimlerden herhangi birisinin diğerine üstünlüğü ile ilgili bulgulara rastlanamadığından her iki uygulamanın da yararlı olduğu düşünülmektedir.
- Öğrencilerin geometri düşünme alışkanlıkları kazanabilmeleri için açık uçlu geometri problemleriyle birlikte sınıf tartışmalarına yer verilebilir.

5.2. ARAŞTIRMA BULGULARINA DAYALI ÖNERİLER

Araştırmanın sonuçları SM ve GSP destekli uygulamaların açık uçlu geometri problemlerine verilen açıklamaları geliştirmede ve başarıyı arttırmada etkili olduğunu göstermiştir. Bu nedenle de geometri derslerinde bu türden uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir. Öğrenciler ilköğretimden yükseköğretimlerine kadar geçen sürede geometri kavramlarını yapılandırmaktadırlar. Bu noktada bilgilerin hem kavramsal hem de işlemsel olarak ne anlama geldikleri üzerinde tartışma yapılması ve rutin olmayan geometri problemlerinin çözülmesi gerekmektedir. Araştırmada haftalık eğitim uygulamalarında SM ve GSP destekli olarak etkinlikler gerçekleştirilmiş ve etkinlik sonunda sınıf tartışması yapılmıştır. Bununla birlikte 10 hafta süren eğitimler sonucu tam ve ikna edici açıklamalar yapmada istenilen düzey yakalanamamıştır. Bu türden uygulamalara daha uzun süreli yer verilmesinin daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmada öğrencilerin çözümlerine açıklamalar sunmaya dönük tutumları incelenmemiştir. Bununla birlikte öğrencilerin birinci sınıf olmaları ve benzer uygulamalarla daha önceden sık karşılamamaları nedeniyle etkinlikleri ilgi çekici bulmuşlardır. Bu çalışmada SM ve GSP destekli uygulamaların hem tutum hem de açıklamalara etkisinin araştırıldığı veya farklı sınıf düzeylerinde benzer sonuçların elde edilip edilemeyeceği de incelenebilirdi.

Öğrencilerin birçoğu eğitimlerin başında somut materyal veya dinamik geometri yazılımı kullanımında zorlanmışlardır. GSP destekli eğitim alan öğrencilerden bazıları ilk hafta eğitimleri sonunda sınıf değiştirme talebinde bulunmuşlar ve bilgisayar ile geometriyi anlamada zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde SM destekli eğitim alan bazı öğrencilerde kâğıt katlama, kesme gibi işlemlerin ilköğretim düzeyine uygun olduğunu ve bunun sıkıcı olduğunu ifade etmişlerdir. İlerleyen haftalarda ise hem dinamik geometri yazılımının kullanımında hem de somut materyal kullanımında bu türden sıkılmaların azaldığı görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin hem sürece alışmalarının hem de materyallerle geometrik düşünmeler gerçekleştirebildiklerini fark etmelerinin etkisi olduğu söylenebilir. Bu çerçeve de ilköğretim düzeyinden itibaren öğrencilerin hem dinamik geometri yazılımları hem de somut materyallerle daha fazla karşılaşmaları sağlanmaya çalışılmalıdır.

İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin çözümlerinde gerekçe sunmada zorlandıkları ve genelleştirme yapamadıkları görülmüştür. Soruların tümünde açıklayınız, gerekçenizi söyleyiniz gibi ifadeler verilmesine karşın birçok katılımcı çizim yapmayı veya işlemsel bazı adımlar gerçekleştirmeyi matematiksel gerekçe olarak yeterli kabul etmiştir. Bu bulgu geometri derslerinde neden ve niçin sorularına daha fazla yer verilmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuca odaklı ve işlemsel bilgilere dayalı öğretimler yerine öğrencilerin daha çok düşünebildikleri ve geçerli bir matematiksel dil geliştirebilecekleri öğretim ortamları tasarlanmalıdır.

Bu araştırmada ayrıca geometrik düşünme alışkanlıklarının kazandırılması amaçlanmıştır. Driscoll ve arkadaşlarının (2007) çalışmalarında sunduğu çerçevenin geometrik düşünmeler, ilişkilendirme, genelleme, olası bütün durumları göz önünde bulundurma gibi daha fazla düşünmelere yol açacak birçok faydasının olduğu düşünülmektedir. SM ve GSP destekli eğitimlerle birlikte bu düşünme alışkanlıkları hakkında farkındalık kazanmanın araştırmanın amacına hizmet ettiği düşünülmektedir.

5.3. EĞİTİM UYGULAMALARINA DÖNÜK ÖNERİLER

Araştırmada öğrencilerin geometri problemleri üzerinde düşünerek başarılarının artması ve ikna edici açıklamalar sunabilmeleri amacıyla etkinlikler sonunda çözümler üzerinde tartışmalar yapılmıştır. Bu tür açık uçlu tartışmalara ilköğretimden başlayarak lise ve daha sonrada üniversite eğitimleri sırasında yer verilmesi öğrencilerin açıklamalar yapabilme becerilerini geliştirebilir (Fuchs vd., 1997).

Kavramsal öğrenmelerin sağlanmasında öğretimin faydalı materyallerle desteklenmesi önem taşımaktadır. Buna karşın öğretmenlerin materyalleri kullanabilme yeterlilikleri veya tutumlarının etkisi göz ardı edilmektedir. Öğretmenlerin derslerinde materyalleri verimli kullanabilmesi, hangi materyallerin hangi konuya uygun olduğunu, materyalin fayda ve sınırlılıklarını bilmesine de bağlıdır (Thompson, 1994). Bu nedenle üniversite eğitimleri sırasında öğretmen adayları farklı somut materyaller, dinamik geometri yazılımlarından haberdar edilmeli ve matematik ve geometride nasıl kullanılabileceğine dönük uygulama çalışmaları yapılması önerilmektedir.

Matematik ve dolayısıyla da geometri derslerinde öğretmenlerin birçoğu ders kazanımlarını yetiştirme kaygısına düşmekte bu nedenle de çoğu zaman öğrencilerine düşündüklerini ifade etme fırsatı verememektedirler (Baki ve Kartal, 2004; Bicknell, 1998). Bu durumun öğrencilerin çoğu zaman kısa ve işlemlerin sonucuna odaklı çözümler yapmalarına yol açtığı düşünülmektedir. Dolayısıyla hem çözümlerine ikna edici gerekçeler sunma hem de matematiksel geçerli bir dil kullanımında sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. Bu noktada öğrencilerin daha fazla düşünmelerini ve düşündüklerini ifade edebilmelerini sağlamak amacıyla kazanımlara ayrılan sürelerin arttırılmasının yararlı sonuçlar doğuracağı söylenebilir.

Öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi yönünden yeterli olmaları ya da materyalleri iyi kullanabilmeleri çoğu zaman başarı için yeterli olmayabilmektedir. Sınıfların öğretim için fiziki alt yapılarının iyileştirilmesi, teknolojik donanımların yeterli seviyeye getirilmesi ve öğretim materyallerinin yeterli sayıda ve özellikte olacak şekilde okullarda bulundurulmasının da önemli olduğu ve bu türden eksikliklerin giderilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Matematik eğitimi alanındaki yeni yaklaşım ve uygulamaların sınıf ortamına taşınmasında öğretmenlerin rolü büyüktür (Yackel ve Cobb, 1996). Bu nedenle de aktif olarak görev yapan öğretmenlerin geliştirilen somut öğretim materyallerinden, dinamik geometri yazılımlarından haberdar edilmeleri gerekmektedir. Bu noktada üniversitelerle işbirliği yapılarak öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmesi, lisansüstü eğitim yapmaları için teşvik edilmeleri veya alandaki yenilikleri takip etmeleri daha başarılı sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir.

Araştırmada üzerinde durulan geometrik düşünme alışkanlıkları çerçevesine dayalı öğretimlerin ilköğretim ve ortaöğretimde de gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Geometri kavramları öğretilirken düşünme alışkanlıkları temelinde akıl yürütme, ilişkiler keşfetme, genelleme yapma, gerekçeler sunma gibi becerilerin geliştirmede açık uçlu problemlere dayalı tartışmaların yararlı olabileceği söylenebilir.

5.4. SONRAKİ ARAŞTIRMALAR VE ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Mevcut çalışmada geometri başarısı ve açıklamalardaki değişimin değerlendirilmesinde açık uçlu geometri soruları içeren GBT kullanılmıştır. SM ve GSP destekli eğitimlere yer verilen benzer bir araştırmada açıklamalardaki değişimin daha net ortaya konulabilmesi için öğrencilerden mülakatlar yoluyla veriler toplanabilir, gruplar arasında karşılaştırmalar yapılabilir ya da katılımcıların materyal kullanma, açıklama yapmaya yönelik tutumları da incelenebilir.

Araştırmanın katılımcıları ilköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Benzer bir araştırmanın ilköğretim veya ortaöğretim düzeyinde gerçekleştirilmesi de mümkündür. Örneğin lise öğrencilerinin geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmalarını sağlamayı amaçlayan bir deneysel araştırma yapılabilir. SM ve GSP destekli öğretimler sırasında öğrencilerin etkileşimleri video kaydı yoluyla incelenebilir.

Yapılan araştırmada öğrencilerin açıklamaları ikna edicilik açısından ele alınmış ve katılımcıların çözümlerine gerekçeler sunmaları, açıklamalar yapmaları ve doğru matematiksel dil kullanımları incelenmiştir. Öğrencilerin açıklamalarını kavramsal-işlemsel açıklamalar bağlamında ele alan nitel bir araştırma da gerçekleştirilebilir. Bu çerçeve de öğrencilerin kavramsal açıklamalar sunabilmeleri için deneysel bir araştırma tasarlanabilir.

Sonuç olarak SM ve GSP yazılımının geometri derslerinde, açık uçlu tartışmalar ve problemlere yer verilerek kullanımının hem başarının artmasında hem de tam ve ikna edici açıklamaların gelişiminde etkili olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmanın farklı materyallerle gerçekleştirilmesi ve açıklamaları ele alması yönüyle özgün bir araştırma olduğu ve bu yönde çalışmak isteyen araştırmacılara fikir verebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011). Farklı branşlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde sanal-fiziksel manipülatiflere bakış açılarının karşılaştırılması. *5. ICITS, 2011*, Elazığ.

Altun, M. (2005). *İlköğretim İkinci Kademe (6, 7 ve 8. Sınıflarda)Matematik Öğretimi.* 4. Baskı, Aktüel Yayınları, Bursa.

Arcavi, A. ve Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: An example of an approach. *International Journal of Computers for Mathematical Learning.* 5, 25-45.

Aydoğan, A. (2007). *The effect of dynamic geometry use together with open-ended explorations in sixth grade students' performances in polygons and similarity and cogruency of polygons.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 27-46.

Bal, A. P. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi.* 2(1), 17-34. http://ebad-jesr.com/

Bayram, S. (2004). *The effect of instruction with concrete models on eight grade students' geometry achievement and attitudes toward geometry.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Bekdemir, M., Okur, M. ve Gelen, S. (2010). 2005 İlköğretim Matematik Programının İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal, işlemsel bilgi ve becerilerine etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi,* 12(2), 131-147.

Bicknell, B. (1999). The writing of explanations and justifications in mathematics: Differences and dilemmas. In J. Truran& K. Truran (Eds.), *Making the difference*,(proceedings of the 22nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Adelaide, pp. 75-83). Sydney: MERGA.

Bintaş, J. ve Bağcıvan, B. (2007). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi,* 7(1), 33-45.

Bohning, G. ve Althouse, K. J. (1997). Using tangrams to teach geometry to young children. *Early Childhood Education Journal*, 24(2), 239-242.

Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students' spatial ability, attitudes, toward geometry, mathematics and technology*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Bozkurt, A. ve Akalın, S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü**.** *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 47-56.

Bozkurt, A. ve Polat, M. (2011). Sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 10(2):787-801.

Bulut, N. ve Bulut, M. (2012). Development of pre-service elementary mathematics teachers' geometric thinking levels through an undergraduate geometry course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46, 760-763.

Cai, J. (2003). Singaporean students' mathematical thinking in problem solving and problem posing: an exploratory study, *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 34(5), 719-737.

Charalambous, C. Y., Hill, H. C. ve Ball, D. (2011). Prospective teachers' learning to provide instructional explanations: How does it look and what might it take?. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 14: 441-463.

Chick, H. L.(2003). Pre-service teachers' explanations of two mathematical concepts. *Proc. 2003 annual conference of the Australian Associtian for*

Research in Education (Auckland, NZ, 29 Nov.-3 Dec., 2003). http://www.aare.edu.au/03pap/chi03413.pdf

Choi Koh, S. S. (1999). A student's learning of geometry using the computer. *The Journal of Educational Research.* 92(5), 301-311.

Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M. ve Pitta-Pantazi, D. (2004). Proofs through exploration in dynamic geometry environments. *International Journal of Science and Mathematics Education.* 2: 339-352.

Clements, D. H. (1999). "Concrete" manipulatives, concrete ideas' . *Contemporary Issues in Early Childhood*, State University of New York, Buffalo, USA. 1(1), 45-60.

Cobb, P., Wood, T., & Yackel, E. (1990). Classrooms as Learning Environments for Teachers and Researchers. In R. B. Davis, C. A. Maher & N. Noddings (Eds.) *Constructivist Views of the Teaching and Learning of Mathematics. Journal for Research in Mathematics Education Monograph 4.*

Cuoco, A. (2008). *Mathematical habits of mind: An organizing principle for curriculum design.* Paper presented at a Project Next Session on Helping Students Develop.

Cuoco, A., Goldenberg, E. P , ve Mark, J (1996). Habits of mind: an organizing principle for a mathematics curriculum. *Journal of Mathematical Behavior,* 15(4), 375-402.

Çekirdekçi, S. ve Toptaş, V. (2011). Sınıf öğretmenlerinin matematik (4. ve 5. sınıf) dersinde öğretim materyalleri kullanımını engelleyen unsurlarla ilgili görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 29(1), 137-149.

Demir, V. (2010). *Cabri 3d Dinamik Geometri Yazılımının, Geometrik Düşünme ve Akademik Başarı Üzerine Etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Driscoll, M., Wing DiMatteo, R., Nikula, J., Egan (2007). *Fostering Geometric Thinking: A Guide For Teachers, Grades 5-10.* Porsmouth, NH: Heinemann.

Driscoll, M., Wing DiMatteo, R., Nikula, J., Egan, M., Mark, J. ve Kelemanik, G. (2008). *The Fostering Geometric Thinking Toolkit.* Porstmouth, NH: Heinemann.

Empson, B. S. ve Turner E. (2006). The emergence of multiplicative thinking in children's solutions to paper folding tasks. *Journal of Mathematical Behavior* 25(1), 46-56.

Erdoğan, B. (2007). *The effects of physical manipulative with or without self-metacognitive questioning on sixth grade students' knowledge acqusition in polygons.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Erdoğan, T. ve Durmuş, S. (2009). The effect of the instruction based on Van Hiele model on the geometrical thinking levels of preservice elementary school teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 154-159.

Ersoy, Y. (2003). Matematik Öğretiminde Eğitsel Araçlar 1: Genel Bir Bakış ve Bazı Düşünceler. Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi, 2003.

Fidan, Y. ve Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 27, 185-197.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hamlett, C. L., Phillips, N. B., Karns, K. ve Dutka, S. (1997). Enhancing Students' helping behavior during peer-mediated instruction with conceptual mathematics explanations. *Elementary School Journal*, 97, 223-250.

Fuson, K. C. ve Briars, D. J. (1990). Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first and second grade placevalue and multidigit addition and substraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 180-206.

Goldenberg, E. P. ve Cuoco, A. (1998). What is Dynamic Geometry?, (Ed. Lehrer, R. Chazan, D.) *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space,* Lawrance Erlbaum Associares, 351-367.

Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi,* 15(1): 259-270.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2009). Dinamik geometri yazılımı Cabri' nin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik yer problemlerindeki başarılarına etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 42(1): 1-31.

Hacıömeroğlu, G. ve Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online. 8*(2), 1-6. [Online]: http://ilkogretim-online.org.tr

Hadas, N., Hershkowitz, R. ve Schwarz B. B. (2000). The role of contradiction and uncertainty in promoting the need to prove in dynamic geometry environments. *Educational Studies in Mathematics,* 44: 127-150.

Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration: An overview. *Educational Studies In Mathematics, 44,* 5-23.

Hoong, L. Y. ve Suat Khoh, L. T. (2003). Effect's of Geometer's Sketchpad on spatial ability and achievement in transformation geometry among secondary two students in Singapore. *The Mathematics Educator,* 7(1), 32-48.

http://timssvideo.com/67 (26.03.2013)

İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,* 7: 47-56.

İpek, S. (2010). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımları kullanarak gerçekleştirdikleri geometrik ve cebirsel ispat süreçlerinnin incelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Jackiw, N. (1991). The Geometer's Sketchpad. Berkeley. CA: Key Curriculum Press.

Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics, 44,* 55-85.

Kaplan, E. (2011). *Ortaöğretim Geometri Ders Kitabı*. 2. Baskı, Paşa Yayıncılık, Ankara.

Kamina, P. ve Iyer, N. N. (2009). From concrete to abstract: Teaching for Transfer of learning with using manipulatives. *NERA Conference Proceedings 2009.* Paper 6. http://digitalcommons.uconn.edu/nera_2009/6 .

Karakoca, A. (2011). *Altıncı sınıf öğrencilerinin problem çözmede matematiksel düşünmeyi kullanma durumları.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Karakuş, F. (2010). Fraktal kart etkinliğiyle fraktal geometriye giriş. *İlköğretim Online,* 9(1), 1-6. [Online]: http://ilkogretim-online.org.tr .

Karasar, N. (1999). Bilimsel Araştırma Yöntemi. Dokuzuncu Basım. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kelly, A. C. (2006). *Using manipülatives in mathematical problem solving: a performance-based analysis.* The Montana Mathematics Enthusiast, 3(2):184-193.

Kinach, B. M., (2002). Understanding and learning-to-explain by representing mathematics: Epistemological dilemmas facing teacher educators in the secondary mathematics "methods" course. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 153-186.

Leong, Y. H. ve Lim-Teo, S. K. (2003). Effects of Geometer's Sketchpad on spatial ability and achievement in transformation geometry among secondary two students in Singapure. *The Mathematics Educator*, 7(1), 32-48.

Levenson, E. (2010). Fifth- grade students' use and preferences for mathematically and practically based explanations. *Educational Studies in Mathematics*, 73: 121-142.

Levenson, E., Tirosh, D. ve Tsamir, P. (2006). Mathematically-based and practically-based explanations: Individual preferences and sociomathematical norms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 319-344.

Levenson, E., Tsamir, P. ve Tirosh, D. (2010). Mathematically-based and practically-based explanations in the elementary school: teachers' preferences. *Journal of Teacher Mathematics Education,* 13: 345-369.

Lim K. ve Selden A. (2009). *Mathematical habits of mind* . Proceedings of the 31st annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Atlanta, GA: Georgia State University.

MEB (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (6-8. Sınıflar) Öğretim Programı.* Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

MEB (2013). *Ortaokul Matematik Dersi (5-8. Sınıflar) Öğretim Programı.* Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Second Edition. California: Sage Publications.

Mistretta, R.M: (2000). Enhancing Geometric Reasoning. *Adolescence,* 35(138):365-379.

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

NCTM (1998). *Principles and standarts for school mathematics: Discussion draft.* Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM. (2000). *Principles and standarts for school mathematics.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Olkun, S. (2001). Öğrencilerin hacim formülünü anlamlandırmalarına yardım edelim. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi,* 1(1), 181-190.

Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching,* 22(1), 43-56.

Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi.* Ankara: Maya Akademi Yayın Dağıtım.

Olkun, S., Toluk, Z. ve Durmuş, S. (2002). Sınıf öğretmenliği ve matematik öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri. *5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri,* 16-18 Eylül: ODTÜ,Ankara: [Online]: http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/b_kitabi.htm.

Özdemir, İ. E. (2008). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematik Öğretiminde Materyal Kullanımına İlişkin Bilişsel Becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35:362-373.

Peretz, D. (2006). Enhancing reasoning attitudes of prospective elementary school mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education* 9, 381-400.

Pesen, C. (2005). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre yeni İlköğretim Matematik Programı'nın değerlendirilmesi. *Yeni İlköğretim Programlarını Değerlendirme Sempozyumu,* Kayseri, Bildiri Kitabı.

Robson, C. (1993). *Real World Research.* Oxford: Blackwell Publishers Ltd.

Richardson, K., Carter, T. ve Berenson S. (2010). Connected tasks: The building blocks of reasoning and proof. *Australian Primary Mathematics Classroom.* 15(4), 17-23.

Sandborg, D. (1998). Mathematical explanation and theory of Why-Questions. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 49(4), 603-624.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 1-7.

Srinagesh, K. (2006). *Principles Experimental Research*. Elsevier Inc.

Thompson, P.W. (1994). Concrete materials and teaching for mathematical understanding. *Arithmetic Teacher* 41(9), 556-568.

Thompson, A. G., Philipp, R: A., Thompson, P.W., ve Boyd, B. A. (1994). Calculational and conceptual orientations in teaching mathematics. In A. Coxford (Ed.), *1994 Yearbook of the NCTM* (s.s. 79-92). Reston, VA: NCTM.

Toluk Uçar, Z. (2011). Öğretmen adaylarının pedagojik içerik bilgisi: Öğretimsel açıklamalar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education,* 2(2), 87-102.

Tutak, T. (2008). *Somut nesneler ve dinamik geometri yazılımı kullanımının öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine, tutumlarına ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi.* Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ubuz, B., Üstün, I. ve Erbaş, A. K. (2009). Dinamik geometri ortamlarının yedinci sınıf öğrencilerinin başarısına ve bu başarının kalıcılığına etkisi. *Eğitim Araştırmaları-Eurasian Journal of Educational Research* , 35, 147-164.

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

Uttal, D. H., O' Doherty, K., Newland, R., Hand, L. L. ve DeLoache, J. (2009). Dual represantation and the linking of concrete and symbolic representations. *Child Development Perspectives,* 3(3), 156-159.

Van Hiele, P.M. (1986). *Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education.* Orlando: Academic Press.

Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. Sınıf geometri konularını dinamik feometri yazılımı Geometer' s Sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yackel, E. ve Cobb. P. (1996). Sociomathematical norms, argumentatiton, and autonomy in matehematics. *Journal for Researach in Mathematics Education, 27*(4), 458-477.

Yeşildere, S. (2006). *Farklı matematiksel güce sahip ilköğretim 6, 7, ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme ve bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi.* Yayımlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Yeşildere, S. (2003). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini kullanma yeterlilikleri. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 61-70.

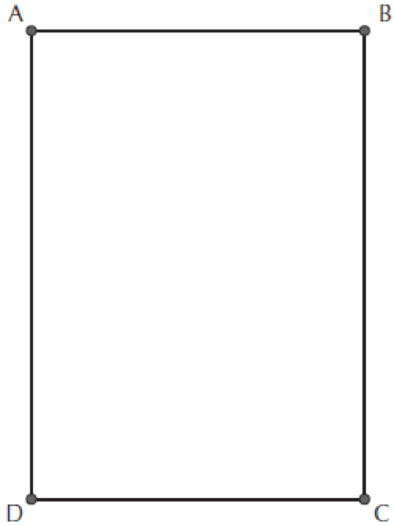
Yeşildere, S. ve Türnüklü, E. B.(2007). Öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi,* 40(1), 181-213.

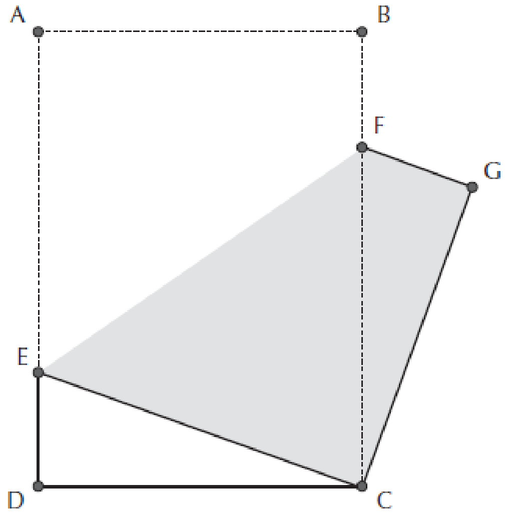
Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

EKLER

Ek 1. Örnek Etkinlik (Driscoll vd., 2007 :28)

Şekilleri karşılaştırma sırası şimdi sizde: Kare olmayan dikdörtgen şeklindeki bir kâğıt bulmak ile işe başlayın. Ancak sizin dikdörtgeninizin yanınızdaki kişininki ile aynı büyüklükte olmamasına dikkat edin. Kâğıdınızı öyle katlayın ki aşağıda görüldüğü gibi A noktası C noktasının üzerine gelsin.





a. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi kâğıdı katlayınca üçgenler oluştu. Üçgenlerin kenarlarını bir kurşunkalem ile belirginleştirin. Kaç tane üçgen buldunuz?

b. Kendi kâğıdınızda oluşturduğunuz EDC ve FGC üçgenlerini karşılaştırın. Birbirlerine benziyorlar mı? Benzer yönleri nelerdir?

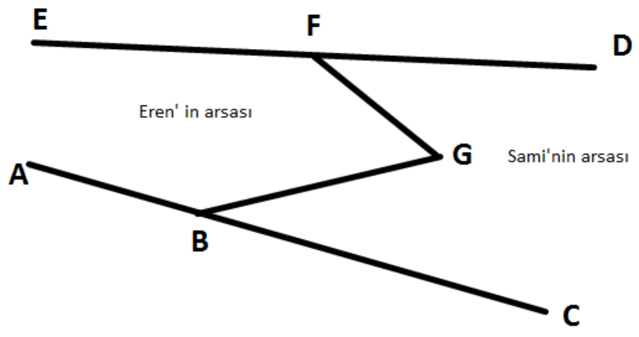
c. Yanınızdaki kişi farklı bir dikdörtgeni katlamıştı. Kendisine üçgenler ile ilgili ne keşfettiğini sorun ve kâğıdında bulduğu EDC ve FGC üçgenlerinin hangi yönlerden birbirine benzediğini yazınız.

d. Ahmet her iki üçgenin birbirine eş olduğunu düşünüyor fakat bunu ispatlayamıyor. Sizin göreviniz Ahmet'e üçgenlerin eş olduğunu göstermede yardımcı olmak. Ayşe'nin üçgenlerin eşliğini nasıl gösterdiğini hatırlayın: Bir üçgen diğerine eş ise o üçgenin yansıma, öteleme veya döndürmeler sonucu diğer üçgenin üzerine tam olarak oturması gerekir. Ahmet'e EDC üçgeninin, FGC üçgeninin hangi yansıma, öteleme veya döndürmeler sonucu elde edilebileceğini gösteriniz ve aşağıya açıklayınız.

Ek 2. Geometri Başarı Testi Soruları

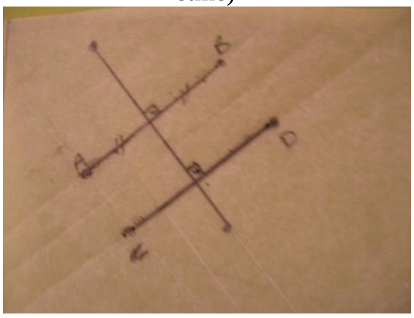
Soru		Kaynak
1	Herhangi bir üçgenin kenarlarının orta noktalarını birleştirdiğimizde bu üçgenin eşit alanlı dört üçgene ayrıldığını çizerek ve açıklayarak gösteriniz.	(Kaplan, 2011: 91)'den eğitimleri gerçekleştiren öğretim üyeleri tarafından uyarlanmıştır.
2	Bir düzlem üzerinde yer alan herhangi A ve B noktaları olsun. A noktasından geçen bir L doğrusu çizin ve B noktasının L doğrusuna göre simetrisi olan noktayı $B^{\prime}$ olarak belirleyiniz. Bu işleme devam ederseniz yani A noktasından geçen farklı doğrular çizip B noktasının bu doğrulara göre simetriğini bulursanız oluşacak $B^{\prime}$ noktaları hakkında ne söyleyebilirsiniz? Çizimle göstererek gerekçesiyle açıklayınız.	(Driscoll vd., 2007: 41)
3	Herhangi bir karesel bölgeyi öyle 6 parçaya ayırınız ki bu parçaları kullanarak (parçalar üst üste gelmeyecek ve aralarında boşluk kalmayacak) kare şeklinde olmayan bir dikdörtgen elde ediniz. Çizim stratejinizi adım adım yazınız.	(Driscoll vd., 2008: Bölüm 6: 3)
4	Bir üçgenin iki köşesinin koordinatları (0, 6) ve (0, 12) noktalarıdır. Üçgenin alanı 12 br^2 dir. Üçüncü köşe için olabilecek tüm olası noktaları bulunuz. Tüm noktaları bulduğunuzdan nasıl emin olabiliyorsunuz? Açıklayınız.	(Driscoll vd., 2007: 17)
5	Birbirine eş dört tane ikizkenar olmayan dik üçgen kullanılarak (parçalar üst üste gelmeyecek) bir kare elde edilebilir mi? Gerekçenizi çizim yardımıyla açıklayınız.	(Driscoll vd., 2007: 73)

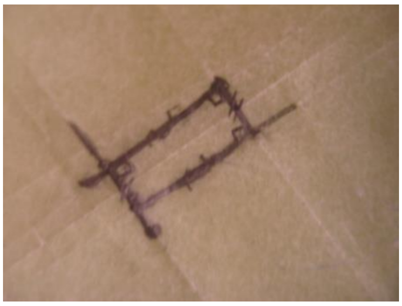
Ek 2 (devam)

6	Şekildeki gibi Eren ve Sami'nin arsalarının sınırlarını beğenmeyen kadastro görevlisi sınırı düz bir doğru olarak yeniden belirlemek istiyor. Ama bu belirleme işlemi sırasında Eren ve Sami'nin arsalarında herhangi bir eksilme olmamasına dikkat etmesi gerekiyor. Sizce bu doğru nasıl çizilmelidir? Doğruyu çizerek gerekçenizi yazınız. 	http://timssvideo.com/67 adresinden eğitimleri gerçekleştiren öğretim üyeleri tarafından uyarlanmıştır.

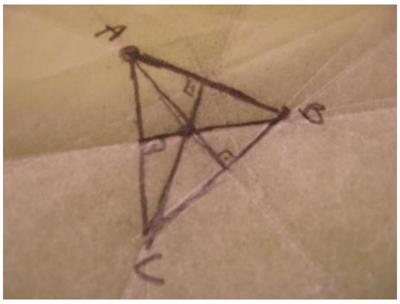
Ek 3. Somut Materyal destekli eğitimlerin haftalık uygulama süreci

Hafta	**SM Destekli eğitimlerin Uygulama Süreci**
1. hafta (Giriş ve dersin içeriğinin tanıtılması)	• Öğrencilere dersin içeriği tanıtıldı. Bu dersin amacının, alışıldık rutin problemler çözmenin dışında geometrik düşünme becerilerinin geliştirilmesini sağlamak olduğu ifade edildi. • Driscoll vd. nin Geometrik Düşünme Alışkanlıkları (GHOM) çerçevesi tanıtıldı. • Geometrik düşünme gerektiren örneklere yer verildi. Örneğin " iki dik açısı olup herhangi iki kenarı birbirine paralel olmayan bir dörtgen çizebilir misiniz?" sorusu sorularak öğrencilerin alternatif çözümler üretmeleri istendi. • Dersin son bölümünde ise her bir öğrenciye geometri şeritleri dağıtıldı. Bir kare oluşturmaları istendi ve karenin hareket edebilen köşelerinden çekilerek, yeni oluşan dörtgenin özelliklerinin nasıl değiştiği (alan, çevre, kenar sayısı vb.) üzerine tartışıldı.
2. hafta (Kâğıt katlama yoluyla oluşan alanların incelenmesi)  Resim 1: Kâğıt katlama etkinliğinde kullanılmış kare şeklinde kâğıt örneği	• Öğrencilere kare şeklinde kesilmiş kâğıtlar ve etkinlik yaprakları dağıtıldı. Etkinlik yaprakları, öğrencilerin çözeceği akıl yürütmeler gerektiren geometri problemlerini içermektedir. Bu etkinlikte amaç kare şeklindeki kâğıdın çeşitli katlamalar sonucu oluşan alanlar arasındaki ilişkileri keşfetmeleri ve bunları matematiksel olarak geçerli açıklamalarla sunmalarıdır. • Etkinlik yaklaşık 1 saatlik bir süre içinde tamamlanmış ve öğrenci etkinlik yaprakları toplanmıştır. Öğrenciler dersin ilk bölümünde bireysel çalışmış 15 dakikalık bir aradan sonra etkinlik sınıf tartışmasına açılmıştır. • Etkinlik yaprağında sunulan 5. problem öğrencilerin daha fazla düşünmelerini gerektiren bir problemdir. Bu problemde öğrencilerden başlangıçta kendilerine verilen karenin yarısı alanına sahip bir kare oluşturmaları istenmiştir. Etkinlikte 4. problemde de aynı kareyi oluşturmaları istenmiş ve öğrenciler bunda zorlanmamışlardır. Fakat kendilerinden katlama yoluyla 4. problemde oluşturduklarından farklı bir kare oluşturmaları istendiğinden birkaç öğrenci dışında çoğu bunun mümkün olmadığını belirtmiş ve uğraşmaktan vazgeçmiştir. • Etkinlik sırasında yaptıkları açıklamaların matematiksel olarak ikna edici olması gerektiği ve kişisel fikirlerini yansıtmaması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca olabilecek tüm durumları göz önünde bulundurmalarının ve sadece işlemsel ya da cebirsel yollar değil aynı zamanda kavramsal

	anlamayı gerektiren yollar geliştirmenin önemi vurgulanmıştır. • Dersin ikinci bölümünde her bir problem durumu için sınıf tartışmasına yer verilmiştir. Bazı öğrenciler çözümlerini ve açıklamalarını arkadaşlarıyla paylaşmış ve eksik kalan yerler tamamlanmıştır. • Her bir problemde geometrik düşünme alışkanlıklarının hangisini kullandıkları ve nedenleri tartışılmış, alternatif çözümler sunularak, genellemeler yapmaları sağlanmıştır.
3. hafta (Pişirme kâğıdı yardımıyla bir doğru parçasına dikme, orta dikme, paralel inşa etme)  Resim 2: Dikme, orta dikme ve paralel inşa edilmiş pişirme kâğıdı örneği	• Öncelikle her bir öğrenciye belirli bir büyüklükte kesilmiş pişirme kâğıdı ve açıklamalar yapacakları etkinlik yaprakları verilmiş sonra da pişirme kâğıdının özelliğinden bahsedilmiştir. • Pişirme kâğıdı üzerinde rahatlıkla çizim ve çeşitli katlamalar yapılabilmekte, kat çizgilerini belirginleştirebilme özelliği taşımaktadır. Bir geometrik şeklin yansıma dönüşümü altındaki görüntüsü kolaylıkla çizilebilmektedir. • Etkinlikte öğrencilerin kâğıdın kenarlarına paralel olmayacak şekilde bir doğru parçası çizmeleri istenmiş ve katlamalar yoluyla bu doğru parçasını referans alarak sırasıyla dikme, orta dikme ve paralel doğru parçaları inşa etmeleri istenmiştir. • Etkinlik sırasında oluşturdukları geometrik şekiller arasındaki ilişkileri açıklamaları ve inşa yöntemlerini adım adım yazmaları ve matematiksel ikna edici cümlelerle ifade etmeleri istenmiştir. Etkinlik yaklaşık 45 dakika sürmüştür. • Etkinliğin herkes tarafından tamamlanmasından sonra etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakika ara verilmiştir. Dersin ikinci bölümünde inşa süreci sınıf içinde tartışılmıştır. “Dikme”, “orta dikme”, “paralellik”, “simetri” gibi kavramların ne anlama geldiği ve etkinlikte inşa edilenlerin hangi özelliklerinden dolayı istenilen şekiller oldukları üzerine öğrenciler fikirlerini belirtmişlerdir. • Ayrıca etkinlik sırasında hangi geometrik düşünme alışkanlıklarının kullanıldığı ve göstergeleri hakkında konuşulmuş, öğrenciler matematiksel gerekçeler sunarak açıklamalarda bulunmuşlardır.
4. hafta (Pişirme kâğıdı yardımıyla bir doğru parçasını kenar kabul eden dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa etme)	• Bu etkinlikte pişirme kâğıdı yardımıyla, dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi amaçlanmıştır.

<table>
<tr>
<td>


Resim 3:Katlamalar yoluyla oluşturulmuş dikdörtgen örneği

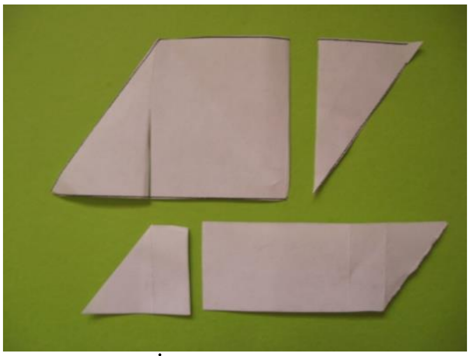


Resim 4: Katlamalar yoluyla oluşturulmuş eşkenar üçgen örneği
</td>
<td>

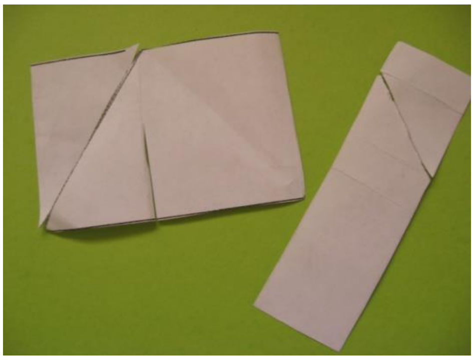
Öncelikle öğrencilerden kâğıdın kenarlarına paralel olmayan bir doğru parçası çizmeleri ve bu doğru parçasını kenar kabul eden bir dikdörtgen inşa etmeleri istenmiştir. Daha sonra benzer şekilde bir kare, bir ikizkenar üçgen ve bir eşkenar üçgen inşa etmeleri ve inşa yöntemlerini ikna edici matematiksel açıklamalar yaparak etkinlik yapraklarına yazmaları istenmiştir. Etkinlikte öğrenciler açıklama yapmada ve düşündüklerini matematiksel geçerli ifadelerle sunmada zorlandıklarını belirtmişlerdir.
Etkinlik yaklaşık 45 dakika sürmüş ve etkinlik yaprakları toplanmıştır. 15 dakikalık bir aradan sonra dersin ikinci bölümünde bütün süreçler üzerinde tartışılmış ve öğrencilerin geometrik fikirlerini geliştirmeleri, şekiller arasında ilişkiler keşfetmeleri (paralellik, diklik, yansıma dönüşümü vb.) ve genellemeler yapmaları sağlanmaya çalışılmıştır.
Son olarak etkinlik süresince hangi geometrik düşünme alışkanlıklarını kullandıkları ve bunun göstergeleri üzerine konuşulmuştur.

</td>
</tr>
<tr>
<td>
5. hafta

(Şekillerin kesilmesi)



Resim 5: İki farklı paralelkenarın kesilmesi

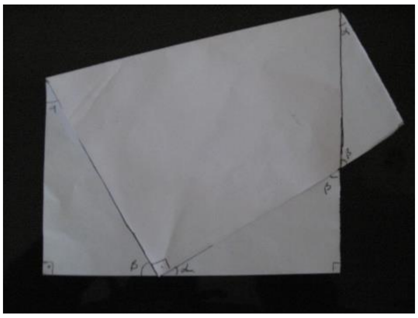
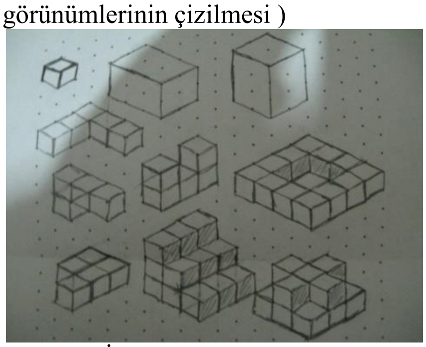


Resim 6: Paralelkenarların kesilmesi ve birleştirilmesi sonucu oluşan dikdörtgenlerin örneği
</td>
<td>

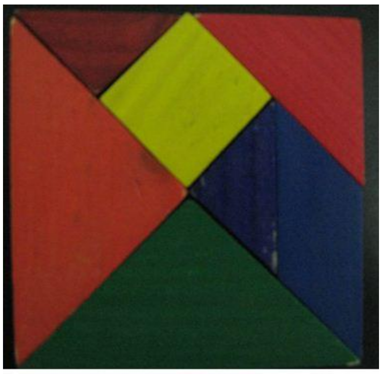
Öğrencilere boyutları ve duruşları farklı iki paralelkenar verilerek, bu paralelkenarlardan çeşitli kesme işlemleri yardımıyla ve oluşan tüm parçaları kullanarak bir dikdörtgen inşa etmeleri istenmiştir.
Öğrencilere verilen etkinlik yaprağında inşa yöntemlerini açıklamaları ve yaptıkları işlem sonucunda nelerin sabit kalıp nelerin değiştiğini açıklamaları istenmiştir. (“Alan değişmez çünkü...”, “tabana ait yükseklik değişmez çünkü…”, çevre değişir çünkü…” gibi açıklamalar öğrenciler tarafından sunulmuştur.)
İkinci paralelkenar için de aynı işlemin geçerli olup olamayacağı üzerinde konuşulmuş ve bütün paralelkenarlar için dikdörtgen oluşturmada bir genellemeye ulaşmalarını sağlamaya çalışılmıştır.
Etkinlik yaprağının son bölümünde öğrencilerden bir paralelkenarın kesilmesi sonucu dikdörtgen dışında hangi çokgenleri oluşturabilecekleri ve inşa yöntemlerini açıklamaları istenmiştir.
Etkinliğin tamamlanması ile birlikte etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir.
Dersin ikinci bölümünde öğrencilerin bütün uygulama boyunca yaptıkları işlemlerin ve problem durumlarına getirdikleri çözümlerin nedenleri ve nasılları üzerine konuşulmuştur. Bu kısımda öğrenciler;
“Kesilen dik üçgenin hareketinin bir öteleme dönüşümü olduğu, oluşturulan orta dikmenin, dikdörtgenin köşesi olması nedeniyle

</td>
</tr>
</table>

	dikdörtgenin açı özelliğinin sağlandığı ve geometrik düşünme alışkanlıklarının göstergelerine dönük" açıklamalarda bulunmuşlardır. • Öğrencilere bir dikdörtgenin kesilmesi ve parçaların birleştirilmesi sonucu dik üçgen oluşabilmesi için nasıl kesilmesi gerektiği ve bunun gerekçelerini etkinlikte yapılanlara benzer bir şekilde evde uğraşmaları için görevlendirilmişlerdir.
6. hafta (Çok kenarlılar ile bulmaca oluşturmak)	• Bu etkinlikte öğrencilerden verilen bir kareyi 6 parçaya ayırmaları ve eş alanlı bir dikdörtgene oluşan 6 parçayı yerleştirilmeleri istenmiştir. • Öğrencilerin oluşturacağı parçaların çok basit parçalama sonucu oluşturulmaması ve farklı geometrik şekilleri içeren kesme işlemlerini uygulamaları istenmiştir. • Bu aşamada öğrenciler parçaları döndürme, çevirme hareketleri sonucunda dikdörtgeni oluşturmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin bazıları sayısal bazı değerler vererek işlemsel bir yöntem üzerinde çalışmışlardır. • Etkinlik sırasında öğrencilerin sıkıntı yaşadıkları veya ne yapılması gerektiğini bilmedikleri yerlerde hem öğretim üyesi hem de araştırmacı tarafından yer yer yardımcı müdahaleler yapılmıştır. • Etkinlikte öğrencilerin bulmaca oluşturma yoluyla uzamsal düşünebilme yeteneklerinin geliştirmeleri ve düşündüklerini matematiksel açıklamalar yoluyla ifade edebilmeleri amaçlanmıştır. • Öğrencilerin geometri problemleri çözerken ikna edici matematiksel ifadeler kullanmalarının önemli olduğu ve ikna edici matematiksel ifadelerin eksiksiz, kişisel görüşten uzak ve matematikçilerin hem fikir olacağı ifadeler olduğu belirtilmiştir. • Etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte öğrencilerin etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir. • Etkinliğin son kısmında ise yapılan etkinlikte hangi geometrik düşünme alışkanlıkları kullanıldığı ve göstergelerinin neler olduğu tartışılmıştır.
7. hafta (Üçgenlerin karşılaştırılması)	• Bu etkinlikte öğrencilerin; dikdörtgen şeklindeki bir kâğıdın köşe noktasından karşı kenar üzerine katlanması sonucu oluşan üçgenler arasındaki, benzerlik eşlik gibi ilişkileri görmek ve bunları matematiksel geçerli gösterimler ve açıklamalarla ifade edebilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. • Öncelikle öğrencilere etkinlik yaprağında bahsedilen katlamanın nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

 Resim 7: Dikdörtgenin karşı kenar üzerinde bir noktaya katlanması sonucu oluşan şekil	• Etkinlikte öğrencilerin olası bütün durumları göz önünde bulundurmaları, matematiksel gösterim ve matematiksel doğrulara açıklamalarında yer vermeleri konusunda teşvik edilmişlerdir. • Etkinlik yaprağında sorulan “ Oluşan üçgenler hakkında ne fark ettiniz?” sorusunda öğrencilerin ayrıntılı açıklamalar yapmaları istenmiştir. Bir geometri problemi çözmede ve açıklamada gerekçelendirme yapmanın ve bir matematik öğretmen adayının “nerden biliyorsun” sorusuna cevap verebilmesinin önemine vurgu yapılmıştır. • Benzer üçgenler arasındaki ilişkileri ve noktanın hareketi sonucunda değişen ve değişmeyen özelliklerin nedenleriyle birlikte açıklanması istenmiştir. • Etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte öğrencilerin açıklamalarını yazdıkları etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir. • Dersin ikinci bölümünde yapılan etkinliğin bir değerlendirmesi sınıfça yapılmış ve öğrenciler çözümlerini ve düşündüklerini açıklamışlardır. • Geometrik düşünme alışkanlıklarını etkinlik sırasında kullanıp kullanmadıklarını ve hangi öğeleri daha fazla kullandıklarını gerekçeleriyle ifade etmişlerdir.
8. hafta (Çok küplülerle oluşturulan yapıların farklı görünümlerinin çizilmesi)  Resim 8: İzometrik kâğıt üzerine çizilmiş bazı çok küplü yapı örnekleri	• Bu etkinlikte öğrencilerin üç boyutlu cisimlerin özelliklerini keşfetmeleri ve bunların izometrik ve noktalı kâğıt üzerinde çizebilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. • Sınıfa getirilen çok küplüler ve prizma örnekleri üzerinde, ayrıt, boyut, köşe, yüz gibi kavramlar üzerinde durulmuştur. • Öğrencilerin çizim yapmalarını kolaylaştırmak amacıyla projeksiyon cihazında çizimi yapılacak olan yapılan yapıların izometrik kağıda çizilmiş görüntüleri yansıtılmıştır. • Etkinliğin başında öğrencilerin üç boyutlu çizim yapmada zorlandıkları ve birkaç çizimden sonra daha kolay çizim yapabildikleri gözlenmiştir. Ayrıca etkinlik sırasında öğrencilerin büyük bölümü yapıların görünümlerini çizmekten keyif aldıklarını ve daha önce bu tür deneyimler yaşamadıklarını belirtmişlerdir. • Dersin ikinci kısmında ise öğrenciler kendilerine verilen çok küplü yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizmeleri istenmiştir. • Son aşamada ise çeşitli yönlerden görünümleri verilen yapıları üç boyutlu olarak çizmeye çalışmışlardır. Bu aşamada öğrencilerin görsel, uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

	• Etkinliğin bütün aşamalarında öğrenciler üç boyutluların özellikleri ve çizimi konusunda tartışmalar yapmış ve fikirlerini ifade etmişlerdir.
9. hafta (Dönme merkezlerinin bulunması)	• Bu etkinlikte pişirme kâğıdı yardımıyla iki eş doğru parçasının dönme merkezi belirlenmeye çalışılmıştır. • Etkinlik yaprağının ilk bölümünde öğrencilere, pişirme kâğıdı yardımıyla dönme merkezinin nasıl bulunacağı anlatılmıştır. • Etkinliğin ilerleyen bölümlerinde ise öğrenciler farklı duruşlarda verilen iki eş doğru parçasının dönme merkezleri pişirme kâğıdı yardımıyla bulmaya, yöntem ve çözümlerini etkinlik yapraklarına matematiksel açıklamaya çalışmışlardır. • Başlangıçta verilen birkaç durum (paralel durumdaki iki eş doğru parçası ve birbirine dik durumdaki iki eş doğru parçası) için öğrenciler dönme merkezini bulmada zorlanmamışlar fakat takip eden durumlarda dönme merkezi bulmada zorlanmışlardır. Hatta bazı öğrenciler bu eş doğru parçalarının dönme merkezlerinin bulunmadığını iddia etmişlerdir. • Öğrencilerin tamamı deneme yanılma yoluyla dönme merkezlerini bulmaya çalışmış fakat sadece bu yolla dönme merkezi bulmada bir yöntem geliştirmede zorlanmışlardır. • Dönme merkezinin doğru parçalarına uzaklıklarının eşit olduğu, bir kare oluşturup ağırlık merkezinin dönme merkezi olacağı, orta dikmelerin kesişimlerinin bazı durumlarda dönme merkezi olacağı gibi açıklamalar öğrenciler tarafından sunulmuştur. • Etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte öğrenci etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık ara verilmiştir. • Etkinliğin son bölümünde öğrencilerden dönme merkezlerinin bulunması ile ilgili genel bir yöntem geliştirmeleri beklenmiş fakat öğrencilerin nerdeyse tamamına yakını bunun mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Bu aşamada öğretim üyesi ve araştırmacının gerekli genellemeyi açıklaması ve üzerinde tartışılması ile etkinlik tamamlanmıştır.
10. hafta (Tangramlarla alan karşılaştırılması)	• Öncelikle her bir öğrenciye tangram seti dağıtılarak tangramın özelliği ve geometri derslerinde kullanımının avantajları anlatılmıştır. • İlk aşamada öğrenciler dağınık verilen tangram parçalarından bir kare oluşturmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin tamamı başlangıçta rastgele denemeler yapmış bir süre sonra da sistemli bir şekilde düşünmeleri

<table>
<tr>
<td>

Resim 9: Tangram parçalarıyla oluşturulmuş bir kare örneği


Resim 10:Tangram parçalarıyla oluşturulmuş bir dikdörtgen örneği
</td>
<td>
gerektiğinin farkına varmışlardır.

Öğrencilerin etkinliği bireysel yapmaları ve istenilen kare oluşana kadar uğraşmaları sağlandı.
Kare oluşturduktan sonra aynı parçalarla bir dikdörtgen oluşturulmaya çalışılmıştır.
Etkinlik süresince öğrencilerin yaptıkları işlemleri, parçalar arasında keşfettikleri ilişkileri geçerli matematiksel açıklamalarla ifade etmeleri istenmiş ve bunun önemli olduğu vurgulanmıştır.
“Oluşan şekillerin bu özelliklere sahip olduğunu nereden biliyorsunuz?” sorusu öğrencilerin hem geometrik düşünmelerini hem de düşündüklerini tam ve ikna edici matematiksel ifadelerle desteklemelerini gerektirmiştir.
Etkinliğin tüm öğrenciler tarafından tamamlanmasından sonra etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir.
Dersin ikinci bölümünde ise bütün öğrenciler etkinlik sürecindeki deneyimleri ve probleme nasıl yaklaştıkları konusunda fikirlerini sunmuş ve geometrik düşünme alışkanlıklarının hangilerini kullandıklarını, gerekçeleriyle birlikte belirtmişlerdir.

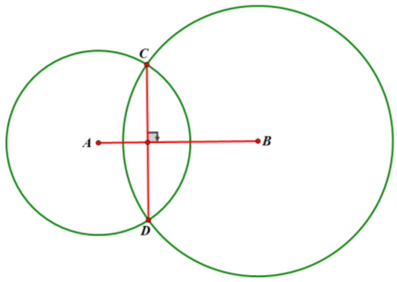
</td>
</tr>
</table>

Ek 4. Geometer's Sketchpad destekli eğitimlerin haftalık uygulama süreci

Hafta	**GSP Destekli Eğitimlerin Uygulama Süreci**
1. hafta (Giriş, ders içeriğinin ve GSP yazılımının tanıtımı)	• Öğrencilere dersin içeriği tanıtılarak dersin amacının, açık uçlu geometri problemleri içeren etkinlikler yardımıyla geometrik düşünme becerilerinin geliştirilmesi olduğu belirtildi. Bunu sağlamak için GSP dinamik geometri yazılımının kullanılacağı ifade edilmiştir. • Driscoll vd. nin Geometrik Düşünme Alışkanlıkları (GHOM) modeli tanıtıldı. • Model çerçevesinde ikna edici matematiksel ifadeler kullanmanın önemine vurgu yapıldı. • GSP yazılımı ve menüleri öğrencilere tanıtıldı. Bu aşamada üst ve sol menülerden bahsedildi ve öğrencilerle birlikte üst menüler kullanılmadan sadece sol menüler kullanılarak kare, dikdörtgen gibi geometrik şekiller oluşturuldu. Yazılımı kullanmada sıkıntı çeken öğrencilere rehberlik edildi.
2. hafta (GSP yardım ile oluşturulan geometrik şekillerin alanların incelenmesi)	• Öğrencilere "Kâğıt katlama yoluyla oluşan alanların incelenmesi" etkinliğinin yönergeleri yazılı formda dağıtılmış ve GSP yazılımını çalıştırmaları istenmiştir. Etkinlik, öğrencilerin farklı şekillerin alanları arasındaki ilişkileri fark edebilmelerini gerektiren geometri problemlerini içermektedir. Bu etkinlikte amaç GSP yazılımıyla oluşturulan bir karenin alanı ile çeşitli dönüşümler sonucu oluşan şekillerin alanı arasında oluşan ilişkileri keşfetmeleri ve bunları matematiksel olarak geçerli açıklamalarla sunmaları istenmiştir. • Etkinlik sırasında yapılan açıklamaların doğru matematiksel bir dil kullanılarak gerçekleştirilmesi gerektiğine ve kişisel fikirlerinin bir yansıması olmaması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Örneğin etkinliğin başlarında birçok öğrenci oluşturdukları şeklin istenilen şekil olduğunu belirtmiş fakat herhangi bir gerekçe sunmaya ihtiyaç duymamıştır. Bu noktada öğrencilerin açıklamalarında "Neden?" sorusuna yanıt olabilecek doğru matematiksel ifadeler kullanmaları gerektiği belirtildi. • Etkinlik sırasında bazı öğrencilerin problemleri işlemsel ve cebirsel yollarla çözmeye çalıştıkları ve zorlandıkları görülmüş farklı yollar aramaları gerektiği ifade edilmiştir. • Dersin ikinci bölümünde her bir problem durumu için sınıf tartışmasına yer verilerek bütün öğrencilerin etkinliği anlamasına çalışılmıştır. Bazı öğrenciler çözümlerini ve açıklamalarını arkadaşlarıyla paylaşmış ve eksik kalan yerler tamamlanmıştır.

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

Etkinlikte geometrik düşünme alışkanlıklarının hangilerini kullandıkları gerekçeleriyle birlikte tartışılmıştır.
Etkinlik yaklaşık 1 saatlik bir sürede tamamlanmış ve öğrenci etkinlik yaprakları toplanmıştır. Etkinlik sırasında öğrencilerin bireysel olarak çalışmaları kendi fikirlerini oluşturmada önem taşıdığından etkinlik sırasında grup çalışmasına yer verilmemiştir. 15 dakikalık bir aradan sonra dersin ikinci kısmında her bir problem için öğrenci örnekleri sunulmuş ve etkinlik tartışmaya açılmıştır.
Etkinlik sırasında öğrencilerden, başlangıçtaki karenin alanın yarısına sahip olan fakat ilk başta oluşturduklarından farklı bir kare oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu kısımda zorlandığı ve bir süre sonra uğraşmaktan vazgeçtiği görülmüştür.

</td>
</tr>
<tr>
<td>
3. hafta
(Dikme, orta dikme ve paralel inşa etme)


GSP yardımıyla bir doğru parçasına dikme inşa etme.
</td>
<td>

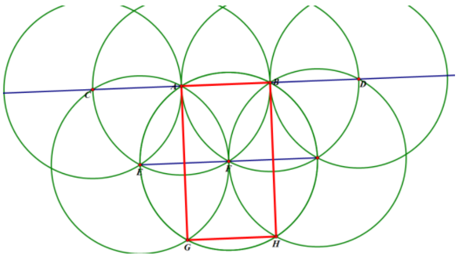
Öncelikle her bir öğrenciye açıklamalar yapacakları etkinlik yönergeleri dağıtılmış ve GSP yazılımını çalıştırmaları istenmiştir.
Bu etkinlikte amaç öğrencilerin GSP yazılımını kullanarak “ dik, dikme, orta dikme, paralel” gibi temel geometrik kavramları yapılandırmaları ve aralarındaki ilişkileri keşfedebilmeleridir.
Etkinlikte öğrencilerin GSP ekranına bir doğru parçası çizmeleri istenmiş ve üst menüleri kullanmadan ilk çizdikleri doğru parçasını referans alarak sırasıyla dikme, orta dikme ve paralel doğru parçaları inşa etmeleri istenmiştir.
Öğrenciler etkinliği gerçekleştirirken üst menüleri kullanmadıkları için sol menüleri kullanarak çemberler oluşturmuş ve bu çemberlerin kesiştirilmesi ve kesişim noktalarının birleştirilmesi yoluyla istenilen yapıları oluşturmuşlardır. Örneğin dikme oluşturabilmek için çizdikleri doğru parçasının uç noktalarını merkez alan iki çember çizmişler, daha sonrada çemberlerin kesişim noktalarını birleştirerek, başlangıçtaki doğrularına dikme inşa etmişlerdir.
Öğrencilere etkinlik sırasında oluşturdukları geometrik şekiller arasındaki ilişkileri ikna edici cümlelerle, çizimlerle açıklamaları ve inşa yöntemlerini adım adım yazmaları gerektiği belirtilmiştir.
Bir önceki haftaya göre öğrencilerin hem GSP yazılımını daha kolay kullanabilmeleri hem de etkinliğin daha kolay olması nedeniyle öğrencilerin daha az zorlandıkları görülmüştür.
Yaklaşık 45 dakika süren etkinliğin herkes tarafından tamamlanmasından sonra etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakika ara verilmiştir.

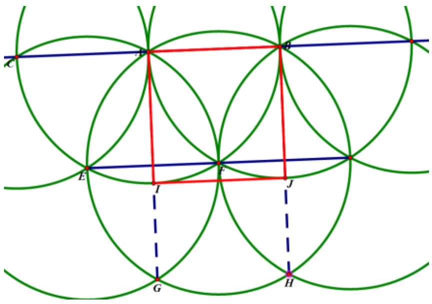
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

Dersin ikinci bölümünde inşa süreci sınıf içinde tartışılmıştır. “Dikme”, “orta dikme”, “paralellik”, “simetri” gibi kavramların ne anlama geldiği ve etkinlikte inşa edilenlerin hangi özelliklerinden dolayı istenilen şekiller oldukları üzerine öğrenciler fikirlerini belirtmişlerdir.
Ayrıca etkinlik sırasında hangi geometrik düşünme alışkanlıklarının kullanıldığı ve göstergeleri hakkında tartışılmıştır.

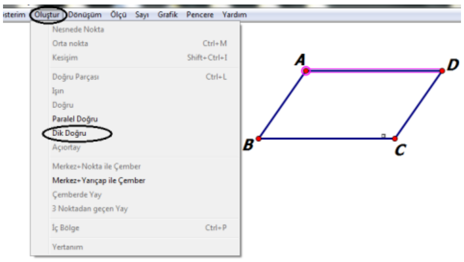
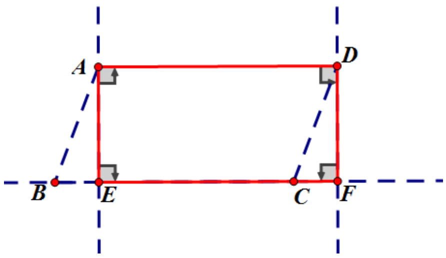
</td>
</tr>
<tr>
<td>
4. hafta
(GSP yardımı ile dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa etme)

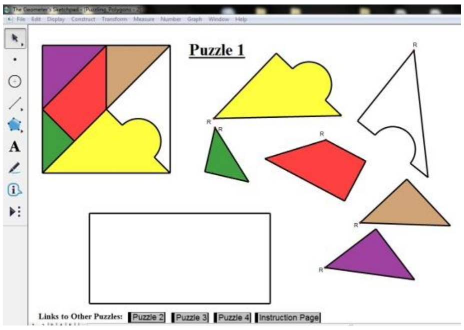

GSP yardımıyla oluşturulmuş dikdörtgen örneği


GSP yardımıyla çizilen bir doğru parçasını kenar kabul eden bir kare inşa etme
</td>
<td>

Etkinlikte GSP yazılımı yardımıyla öğrencilerin dikdörtgen, kare, ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgen inşa edebilmeleri ve şekiller arasındaki ilişkileri keşfedebilmeleri amaçlanmıştır.
Etkinlik yönergelerinin dağıtılmasından sonra öğrencilerden GSP ekranına bir doğru parçası çizmeleri ve bu doğru parçasını kenar kabul eden bir dikdörtgen inşa etmeleri istenmiştir. Öğrencilerden inşa sürecinde üst menüleri kullanmamaları istenmiştir. Dikdörtgenin inşa edilmesinden sonra ilk oluşturdukları doğru parçasını kenar kabul eden bir kare, bir ikizkenar üçgen ve bir eşkenar üçgen inşa etmeleri istenmiştir. İnşa süreçlerini etkinlik yapraklarına adım adım ve gerekçeleriyle birlikte yazmaları ve ikna edici bir matematiksel dil kullanmaya özen göstermeleri gerektiği ifade edilmiştir. Etkinlik sırasında bir çok öğrenci istenilen işlemi gerçekleştirebildiğini fakat açıklama yapmada ve gerekçeler sunmada zorlandığını belirtmiştir.
Etkinlik yaklaşık 50 dakika sürmüş ve etkinlik yaprakları toplanarak derse 15 dakika ara verilmiştir..Dersin ikinci bölümünde ise öğrencilerin zorlandıkları yerler ve etkinliğin aşamaları üzerinde tartışılmıştır. Bazı öğrenciler hazır menüleri kullanmadan istenilen şekilleri oluşturamadıklarını bu nedenle de üst menüleri kullandıklarını belirtmişlerdir.
Bazı öğrenciler inşa süreçlerini projeksiyon ve bilgisayar yardımıyla arkadaşlarına göstermişlerdir. Etkinliğin bütün aşamalarında öğrencilerin “ diklik, paralellik, yansıma “ gibi temel kavramları, şekiller arasındaki ilişkileri fark edebilmeleri ve geometrik düşünme alışkanlıkları kazanmaları sağlanmaya çalışılmıştır.
Dersin son kısmında ise etkinlik süresince hangi geometrik düşünme alışkanlıklarını kullandıkları ve bunun göstergeleri üzerine konuşulmuştur.

</td>
</tr>
</table>

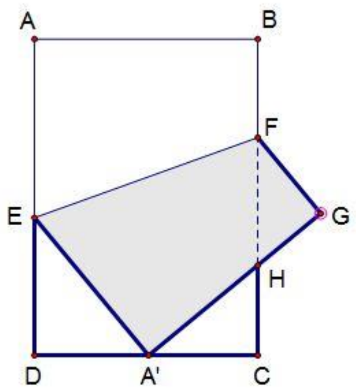
5. hafta (Şekillerin kesilmesi)  Dik doğru sekmesi yardımıyla A ve D noktalarından geçen dikme inşa etme  GSP yardımıyla paralelkenara eşit alanlı dikdörtgen oluşturma örneği	• Etkinlikte öğrencilerden GSP yazılımı yardımıyla önce bir paralelkenar oluşturmaları ve çeşitli dönüşümler yaparak bu paralelkenara eşit alanlı bir dikdörtgen inşa etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte üst menüleri kullanmalarına izin verilmiştir. • Etkinlik yönergesinde öğrencilerin yaptıkları işlemleri matematiksel gerekçelerle açıklamaları ve nelerin sabit kalıp nelerin değiştiğini ikna edici bir matematiksel bir dille ifade etmeleri istenmiştir. “Alan değişmez çünkü...”, “tabana ait yükseklik değişmez çünkü…”, çevre değişir çünkü…” gibi açıklamalar öğrenciler tarafından sunulmuştur. • Etkinliğin ilerleyen bölümünde başka bir paralelkenar içinde aynı işlemi GSP yardımıyla yapıp yapamayacakları sorulmuş ve bütün paralelkenarlar için dikdörtgen oluşturmada bir genellemeye ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır. • Etkinlik yönergesinin son bölümünde öğrencilerden bir paralelkenarın kesilmesi veya dönüşümler sonucu dikdörtgen dışında eş alanlı hangi çokgenleri oluşturabilecekleri ve inşa yöntemlerini açıklamaları istenmiştir. • Etkinliğin tamamlanması ile birlikte etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir. • Dersin ikinci bölümünde öğrencilerin bütün uygulama boyunca yaptıkları işlemlerin ve problem durumlarına getirdikleri çözümlerin nedenleri ve nasılları üzerine konuşulmuştur. Bu kısımda öğrenciler “perpendicular line” sekmesi yardımıyla bir noktadan geçen dikme inşa edebilmiş ve elde ettikleri dik üçgenin ötelenmesi sonucu eş bir üçgen oluşacağını fark etmişlerdir. Bir dikdörtgenin kenar, açı ve alan özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Öğrenciler ayrıca etkinlik sırasında kullandıkları geometrik düşünme alışkanlıkları ve göstergeleri ile ilgili fikirlerini belirtmişlerdir. • Öğrencilerin etkinlikle ilgili kazanımlarının arttırılması amacıyla bir dikdörtgenden yola çıkarak eş alanlı bir dik üçgeni oluşturmaya çalışmaları istenmiştir.
6. hafta (Çok kenarlılar ile bulmaca oluşturmak)	• Öğrencilere öncelikle etkinlik yönergeleri dağıtılmış ve GSP yazılımını çalıştırmaları istenmiştir. • GSP ortamında hazır olarak bulunan bulmacayı öğrenciler çalıştırmaları için yönlendirilmişlerdir. Bu bulmaca altı farklı parçaya ayrılmış bir kare ve bu parçaların içine yerleştirileceği eşit alanlı bir dikdörtgenden oluşmaktadır. Öğrenciler her bir parçaya çeşitli öteleme ve döndürme

<table>
<tr>
<td>


Çok kenarlılarla bulmaca oluşturma etkinliği GSP görüntüsü
</td>
<td>
dönüşümleri uygulayarak parçaları dikdörtgenin içine yerleştirmeye çalışmışlardır.

Etkinlik sırasında birinci dikdörtgeni oluşturabilen öğrenciler ikinci ve üçüncü bulmacayı benzer şekilde yapmışlardır. Bu yolla çeşitli dönüşümler yardımıyla öğrencilerin uzamsal düşünebilme becerilerinin gelişmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrenciler etkinlik süresince yaptıkları ve gözlemlerini etkinlik yönergelerine ikna edici bir matematiksel dille yazmaları ve açıklamalar sunmaları istenmiştir.
Etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte öğrencilerin etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir.
Dersin ikinci bölümünde yapılan etkinlikte hangi geometrik düşünme alışkanlıkları kullanıldığı ve göstergelerinin neler olduğu tartışılmıştır.

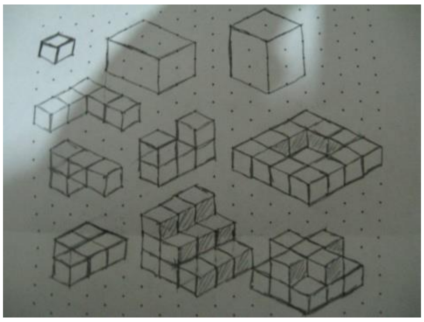
</td>
</tr>
<tr>
<td>
7. hafta
(Üçgenlerin karşılaştırılması)

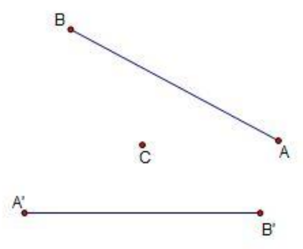


Dikdörtgenin karşı kenar üzerinde bir noktaya katlanmasını gösteren GSP görüntüsü
</td>
<td>

Bu etkinlikte öğrencilerin GSP üzerindeki hazır dikdörtgen kullanarak bir noktanın hareketi sonucu şekiller arasındaki, eşlik, benzerlik ve alan ilişkilerini keşfetmelerini sağlamak amaçlanmaktadır.
Öğrencilerin farklı durumları göz önünde bulundurabilmeleri, doğru matematiksel gösterim ve açıklamalara yer vermeleri yönünde teşvik edilmişlerdir. Bu doğrultuda benzer üçgenler arasındaki ilişkileri ve noktanın hareketi sonucunda değişen ve değişmeyen özelliklerin nedenleriyle birlikte açıklamaları istenmiştir.
Etkinlik yönergesinde yer alan “ Oluşan üçgenler hakkında ne fark ettiniz?” sorusunda öğrencilerin ayrıntılı açıklamalar yapmaları istenmiştir. Bir geometri problemi çözmede ve açıklamada gerekçelendirme yapmanın ve bir matematik öğretmen adayının “nereden biliyorsun” sorusuna cevap verebilmesinin önemine değinilmiştir.
Yaklaşık elli dakika süren etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte yönerge kâğıtları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir.
Dersin ikinci bölümünde etkinlik sırasında öğrencilerin gözlemledikleri ve ulaştıkları sonuçlar hakkında sınıf tartışmasına geçilmiştir.
Tartışma bölümünde öğrencilerin yanıtlarından çeşitli örnekler sunulmuş ve yapılan açıklamaların yeterliliği hakkında tartışılmıştır. Ayrıca düşünme alışkanlıklarını etkinlik sırasında kullanıp kullanmadıklarını ve hangi öğeleri daha fazla kullandıklarını gerekçeleriyle ifade etmişlerdir.

</td>
</tr>
</table>

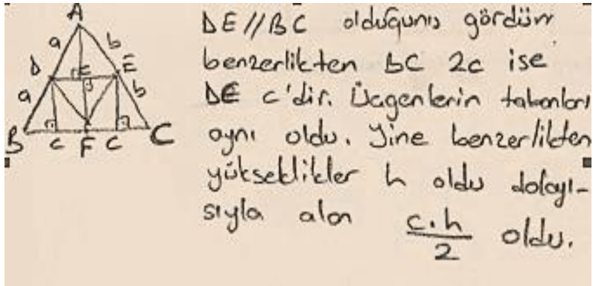
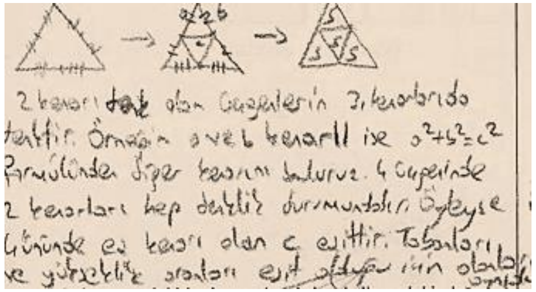
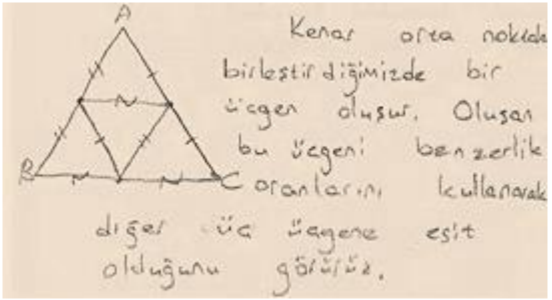
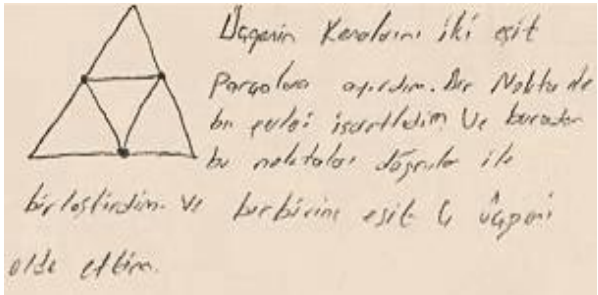
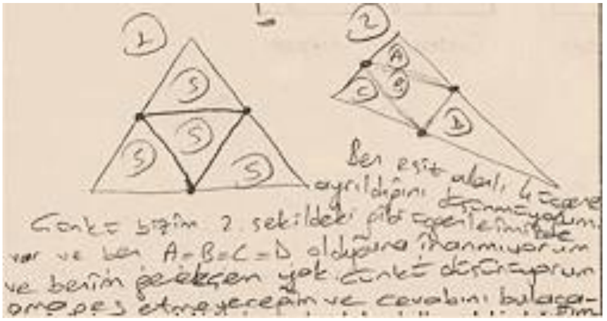
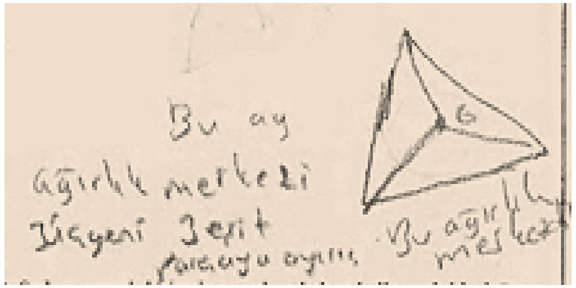
8. hafta (Çok küplülerle oluşturulan yapıların farklı görünümlerinin çizilmesi)  İzometrik kâğıt üzerine çizilmiş bazı çok küplü yapı örnekleri	• 8. Hafta yapılan etkinlikte birim küpler yardımıyla izometrik kâğıda çok küplü yapıların farklı yönlerden çizimlerinin yapılması amaçlanmıştır. Bu nedenle de bu etkinlikte öğretim üyeleri dersin somut materyal (birim küpler) destekli işlenmesine ve bu haftaki etkinlikte GSP yazılımının kullanılmamasına karar vermişlerdir. Bu nedenle de iki gruptaki öğrenciler etkinliği SM destekli olarak gerçekleştirmişlerdir. • Etkinlikte öğrencilerin üç boyutlu cisimlerin özelliklerini keşfetmeleri ve bunları izometrik ve noktalı kâğıt üzerinde çizebilmelerini sağlamak amacıyla öğrencilere izometrik kâğıt dağıtılmıştır. • Sınıfa getirilen çok küplüler ve prizma örnekleri üzerinde, ayrıt, boyut, köşe, yüz gibi kavramlar üzerinde durulmuştur. • Öğrencilerin çizim yapmalarını kolaylaştırmak amacıyla projeksiyon cihazında çizimi yapılacak olan yapılan yapıların izometrik kağıda çizilmiş görüntüleri yansıtılmıştır. Yansıtılan çizimler öncelikle basit prizma çizimleriyle başlamış daha sonra giderek zorlaşarak karmaşık çok küplü yapıların çizimleri yapılmıştır. • Etkinliğin başında öğrencilerin üç boyutlu çizim yapmada zorlandıkları ve birkaç çizimden sonra daha kolay çizim yapabildikleri gözlenmiştir. Ayrıca etkinlik sırasında öğrencilerin büyük bölümü yapıların görünümlerini çizmekten keyif aldıklarını ve daha önce bu tür deneyimler yaşamadıklarını belirtmişlerdir. • Dersin ikinci kısmında ise öğrencilerden kendilerine verilen çok küplü yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizmeleri istenmiştir. • Son aşamada ise çeşitli yönlerden görünümleri verilen yapıları üç boyutlu olarak çizmeye çalışmışlardır. Bu aşamada öğrencilerin görsel, uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. • Etkinliğin bütün aşamalarında öğrenciler üç boyutluların özellikleri ve çizimi konusunda tartışmalar yapmış ve fikirlerini ifade etmişlerdir.
9. hafta (Dönme merkezlerinin bulunması)	• Bu etkinlikte pişirme kâğıdı yardımıyla iki eş doğru parçasının dönme merkezi belirlenmeye çalışılmıştır. • Etkinlik yaprağının ilk bölümünde öğrencilere, pişirme kâğıdı yardımıyla dönme merkezinin nasıl bulunacağı anlatılmıştır. • Etkinliğin ilerleyen bölümlerinde ise öğrenciler farklı duruşlarda verilen iki eş doğru parçasının dönme merkezleri pişirme kâğıdı yardımıyla bulmaya, yöntem ve

 Dönme merkezlerinin bulunması etkinliği ile ilgili GSP görüntüsü	çözümlerini etkinlik yapraklarına matematiksel açıklamaya çalışmışlardır. • Başlangıçta verilen birkaç durum (paralel durumdaki iki eş doğru parçası ve birbirine dik durumdaki iki eş doğru parçası) için öğrenciler dönme merkezini bulmada zorlanmamışlar fakat takip eden durumlarda dönme merkezi bulmada zorlanmışlardır. Hatta bazı öğrenciler bu doğru eş doğru parçalarının dönme merkezlerinin bulunmadığını iddia etmişlerdir. • Öğrencilerin tamamı deneme yanılma yoluyla dönme merkezlerini bulmaya çalışmış fakat sadece bu yolla dönme merkezi bulmada bir yöntem geliştirmede zorlanmışlardır. • Dönme merkezinin doğru parçalarına uzaklıklarının eşit olduğu, bir kare oluşturup ağırlık merkezinin dönme merkezi olacağı, orta dikmelerin kesişimlerinin bazı durumlarda dönme merkezi olacağı gibi açıklamalar öğrenciler tarafından sunulmuştur. • Etkinliğin tamamlanmasıyla birlikte öğrenci etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık ara verilmiştir. • Etkinliğin son bölümünde öğrencilerden dönme merkezlerinin bulunması ile ilgili genel bir yöntem geliştirmeleri beklenmiş fakat öğrencilerin nerdeyse tamamına yakını bunun mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Bu aşamada öğretim üyesi ve araştırmacının gerekli genellemeyi açıklaması ve üzerinde tartışılması ile etkinlik tamamlanmıştır.
10. hafta (Farklı yollarla alan karşılaştırılması)	• Her bir öğrenci öncelikle GSP programını çalıştırması istenmiştir. Daha sonra internet yardımıyla etkinliğin yapılacağı sanal ortamdaki tangram karesi öğrencilere tanıtılmıştır. Bu tangram karesi 7 parçadan oluşmakta ve her bir parça köşelerinden tutulmak suretiyle döndürme, öteleme gibi dönüşümler uygulanabilmektedir. • Öğrencilerin etkinliğin mantığını anlayabilmeleri için her bir parçaya çeşitli hareketler uygulamaları istendi. Bu yolla öğrenciler etkinliğin mantığını daha kolay anlayabilecek ve etkinlik yaprağında kendilerinden oluşturmaları istenen dikdörtgeni daha kolay yapabileceklerdir. • Öğrencilerin birçoğu tangram parçalarından dikdörtgen oluşturmaya çalışırken önce rastgele denemeler yapmış çeşitli başarısızlıklardan sonra da kendilerince bir mantık geliştirme yoluna başvurmuşlardır. • Etkinlik sırasında her bir öğrencinin düşünmesine olanak sağlamak amacıyla bireysel çalışma yapmalarına dikkat edilmiştir. • Öğrencilerin etkinlik boyunca kullandıkları dönüşümleri, tangram karesini oluşturan

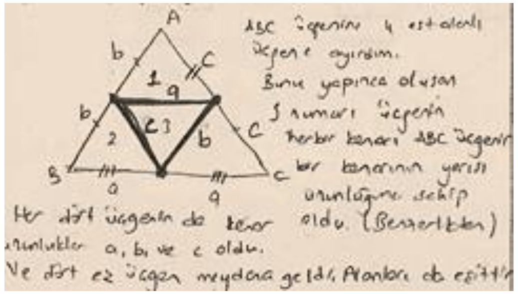
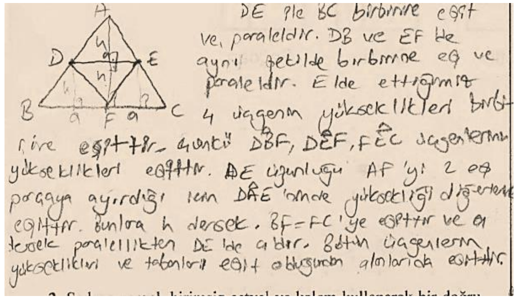
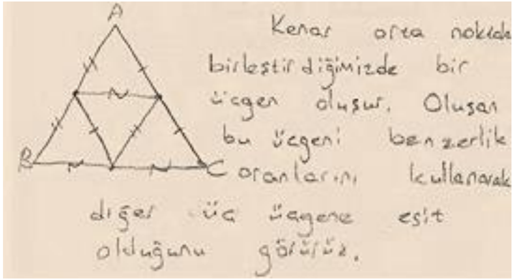
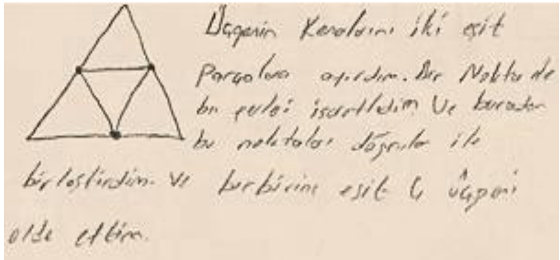
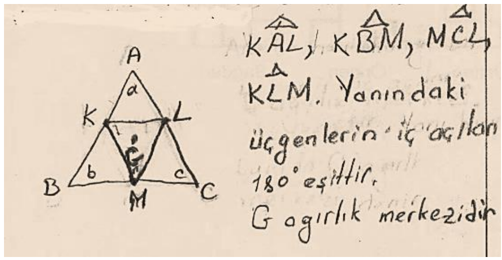
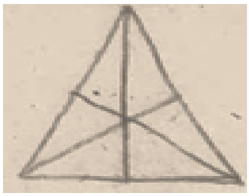
	çokgenler arasında fark ettikleri ilişkileri etkinlik yaprağına doğru bir matematiksel dil kullanarak ve gerekçeleriyle açıklamaları gerektiği vurgulanmıştır. Öğrencilerin etkinlik esnasında çokgenlerde açı, kenar ve alan arasındaki ilişkileri araştırdıkları ve bu sırada geometrik düşünme alışkanlıklarını kullandıkları gözlenmiştir. • "Oluşan şekillerin bu özelliklere sahip olduğunu nereden biliyorsunuz?" sorusu öğrencilerin gerekçeler üretmesine ve daha fazla düşünmelerine yardımcı olabilecek bir sorudur. • Etkinliğin öğrenciler tarafından tamamlanması ile birlikte etkinlik yaprakları toplanmış ve 15 dakikalık bir ara verilmiştir. • Dersin ikinci bölümünde bazı öğrenciler dikdörtgeni nasıl oluşturduklarını projeksiyon yardımıyla sunmuş, etkinlik tartışmaya açılmış, öğrenciler hangi geometrik düşünme alışkanlıklarını kullandıklarını gerekçeleriyle birlikte sunmuşlardır.

Ek 5. Veri analizinde kullanılan kategori, tanım ve örnekler

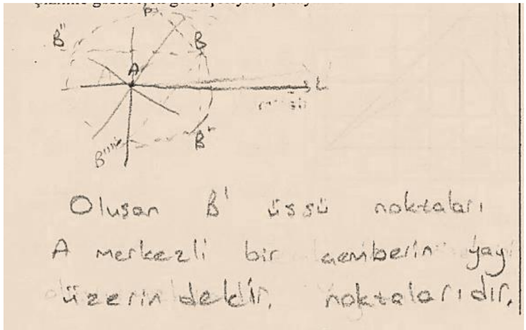
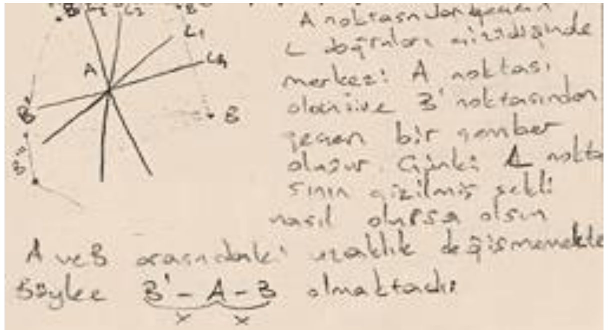
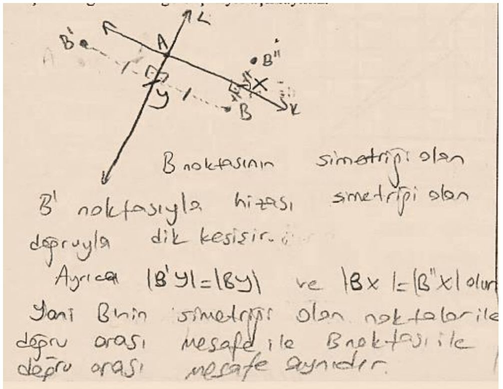
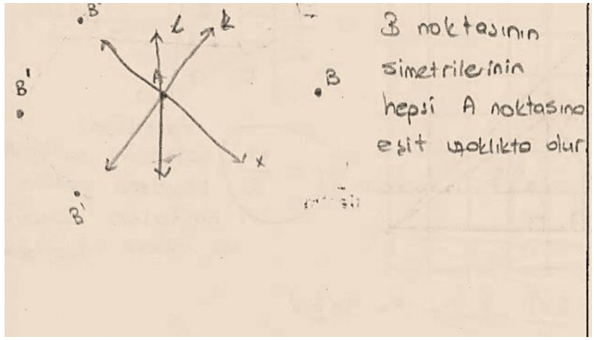
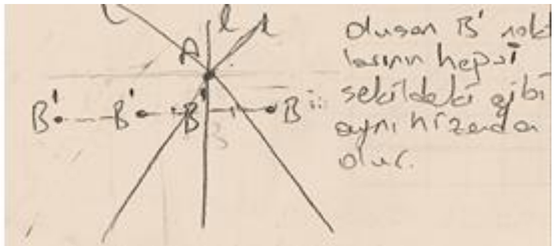
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 1. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri
Doğru cevap	Kenar orta noktaların birleştirilmesi sonucu oluşan dört üçgenin alanlarının eşit olacağının herhangi bir üçgen için geçerli olduğunun gösterilmesi, paralellik, benzerlik, eşlik, alan kavramları ile ilgili doğru matematiksel ifadeler kurulması.	 57 numaralı öğrenci (st)  55 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	Soruya verilen cevap kısmen doğru ifadeler içerse de, soruda istenene tam cevap verilememesi ya da eksik cevap verilmesi. Örneğin oluşan üçgenlerin eş olduğunun, gerekçe sunulmadan ifade edilmesi veya alanın kenar ve yükseklik arasındaki ilişkisine değinilmemesi.	 52 numaralı öğrenci (st)  59 numaralı öğrenci (st)
Yanlış cevap	Kenarların orta noktalarının yanlış birleştirilmesi sonucu üç tane üçgen elde edilmesi; oluşan dört üçgenin eşit alanlı olmasının sadece eşkenar üçgen alınması durumunda mümkün olduğunun ifade edilmesi; soruya ilgisiz cevap verilmesi veya boş bırakılması.	 70 numaralı öğrenci (st)  7 numaralı öğrenci (öt)

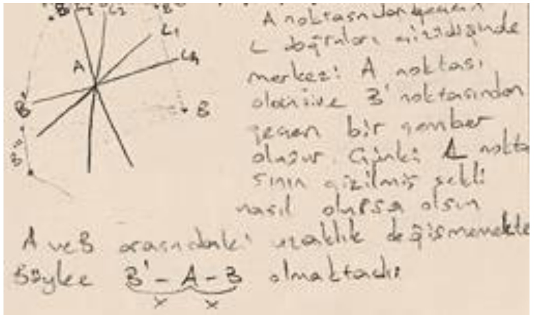
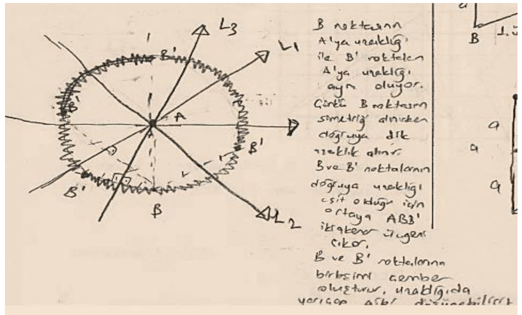
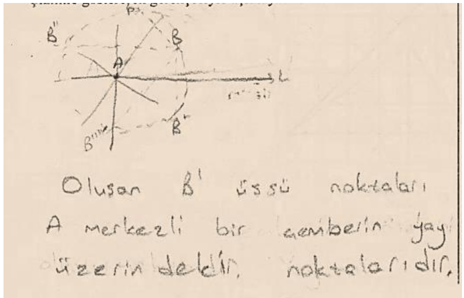
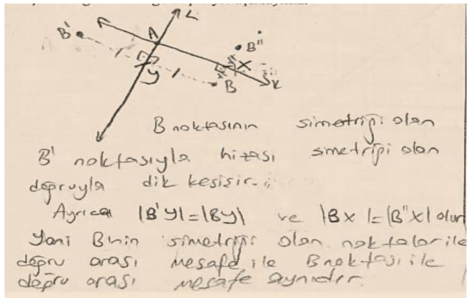
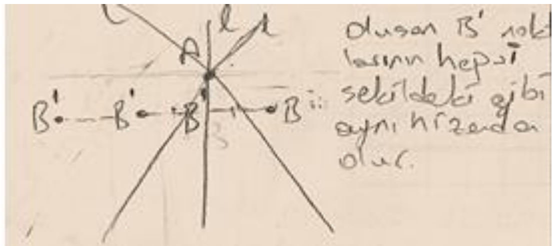
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 1. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri
Tam ve ikna edici açıklama	Kenarların orta noktalarının doğru bir şekilde birleştirilerek dört üçgen elde edilmesi, oluşan dört üçgenin eş olduğunun gerekçelendirilmesi, paralellik yardımıyla benzerlik oluşturulması, kenar-açı-alan-yükseklik kavramlarının doğru bir şekilde kullanılarak dört eş alanlı üçgenin oluştuğunun gösterilmesi.	 14 numaralı öğrenci (öt)  73 numaralı öğrenci (st)
Eksik açıklama	Üçgenin eş alanlı dört üçgene ayrıldığının çizilerek veya yazılarak ifade edilmesi fakat herhangi bir gerekçenin sunulmaması. Örneğin üçgenlerin eş üçgenler olduğu belirtilirken, niçin eş olduklarının ifade edilmemesi.	 52 numaralı öğrenci (st)  59 numaralı öğrenci (st)
Yanlış açıklama	Yalnızca eşkenar üçgende dört eş alanlı üçgen oluşacağının belirtilmesi; benzerlik ve eşliğin birbirine karıştırılması şeklinde yanlış açıklamalar yapılması.	 70 numaralı öğrenci (st)  63 numaralı öğrenci (st)
Hiçbir açıklama yok	İstenilen üçgenin çizilmesi fakat herhangi bir matematiksel gösterimin, sembol veya notasyonun kullanılmaması ya da soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 63 numaralı öğrenci (öt)

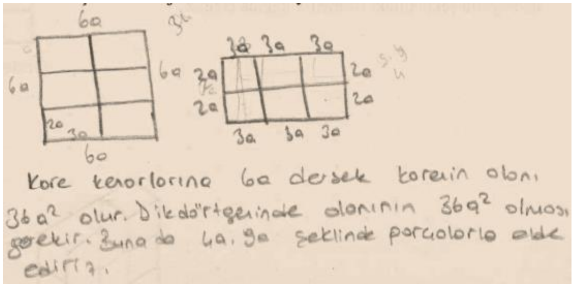
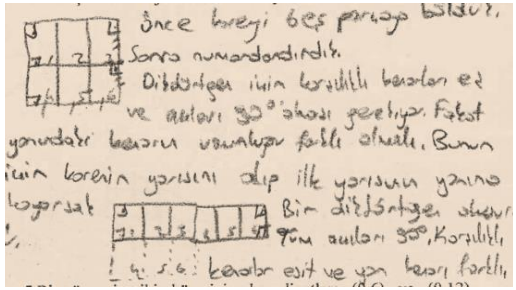
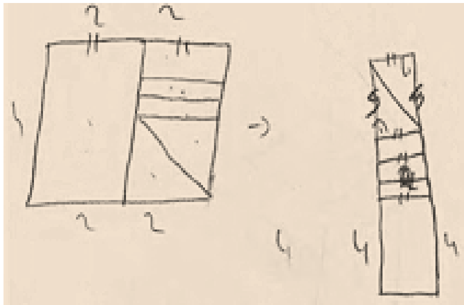
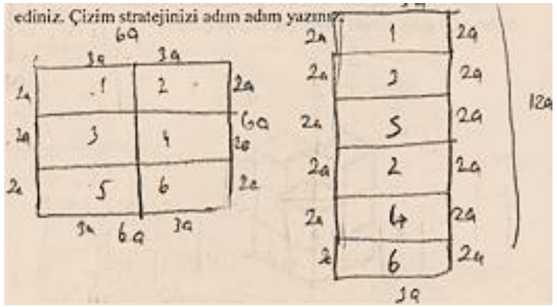
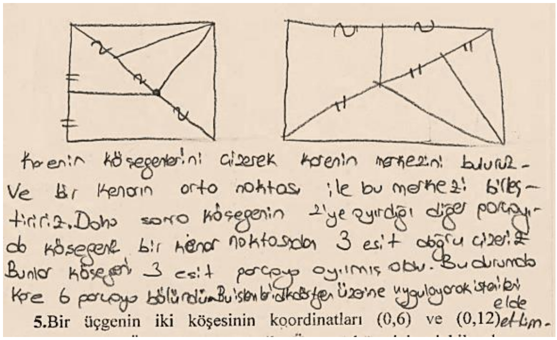
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 2. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri	
Doğru cevap	Düzlemde herhangi bir B noktasının, A noktasından geçen L doğrularına göre farklı simetrilerinin bir çember oluşturacağının çizimle gösterilmesi ve oluşan durum hakkında doğru matematiksel ifadelere yer verilmesi.	 52 numaralı öğrenci (st)	 62 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	Çember oluşacağının herhangi bir gerekçe sunulmaksızın ifade edilmesi; sadece birkaç B noktasının simetrilerinin bulunması veya sadece sonsuz tane simetri noktasının oluşacağının belirtilmesi.	 68 numaralı öğrenci (st)	 15 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış cevap	B noktalarının A noktasından geçen L doğrularına göre simetrilerinin daire, parabol veya elips oluşturacağının ifade edilmesi; simetri dönüşümünün yanlış uygulanması; matematiksel olarak anlamsız ifadelere yer verilmesi veya sorunun boş bırakılması.	 30 numaralı öğrenci (st)	 39 numaralı öğrenci (st)

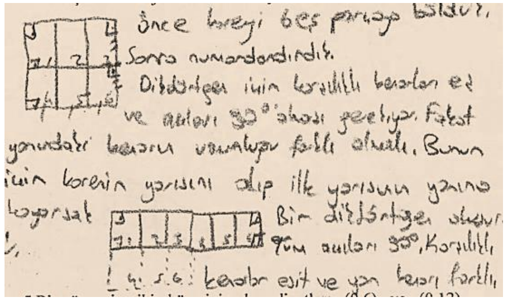
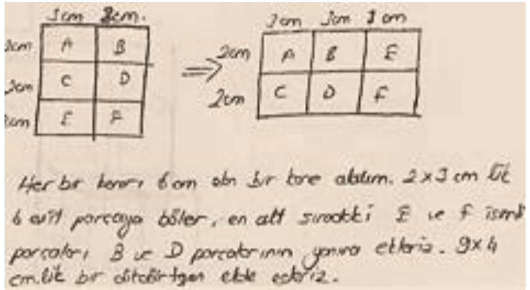
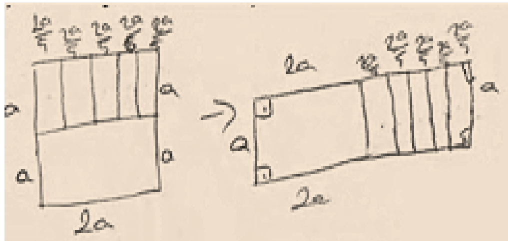
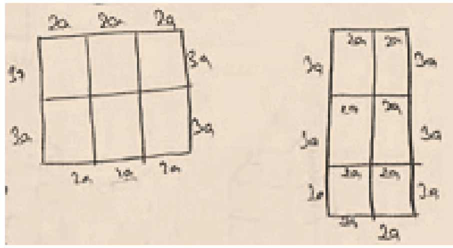
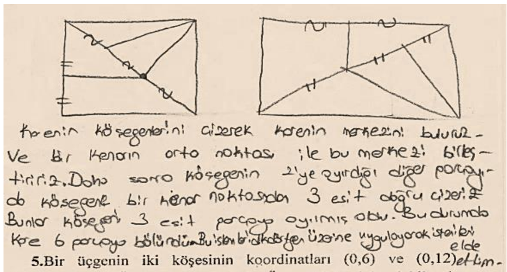
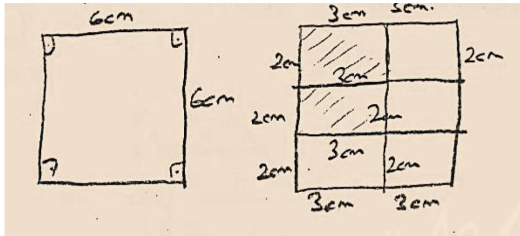
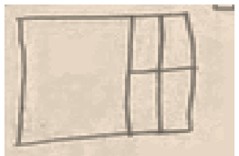
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 2. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri	
Tam ve ikna edici açıklama	Düzlemde herhangi bir B noktasının A noktasından geçen L doğrularına göre simetrilerinin alınması sonucu bir çember oluşacağının belirtilmesi; simetri dönüşümünün doğru bir şekilde uygulanması, bir noktadan sonsuz doğru geçebileceğinden sonsuz tane B’ simetri noktalarının oluşacağı ve bu noktaların A noktasına eşit uzaklıkta olacağı gibi, matematiksel gerekçelerle ifadelerin desteklenmesi.	 62 numaralı öğrenci (st)	 14 numaralı öğrenci (öt)
Eksik açıklama	Düzlemdeki farklı B noktalarının A noktasından geçen L doğrularına göre simetrilerinin çember oluşturacağının gerekçe sunulmadan belirtilmesi; sadece sonsuz tane simetrinin oluşacağının ifade edilmesi veya sadece simetrilerin A noktasına eşit uzaklıkta olacağının ifade edilmesi.	 52 numaralı öğrenci (st)	 68 numaralı öğrenci (st)
Yanlış açıklama	Simetri noktalarının birleşimi sonucunda daire, parabol veya elips oluşacağının ifade edilmesi: simetri dönüşümünün yanlış yapılması; soruda istenenlerden farklı olarak matematiksel bir değer taşımayan yanlış açıklamalar yapılması.	 30 numaralı öğrenci (st)	 39 numaralı öğrenci (st)
Hiçbir açıklama yok	Herhangi bir matematiksel gösterim ve notasyonun kullanılmadan sadece kabataslak bir çizim yapılması, hiçbir açıklama yapılmaması veya sorunun cevapsız bırakılması.	63 numaralı öğrenci (öt) soruya herhangi bir yanıt vermemiştir.	

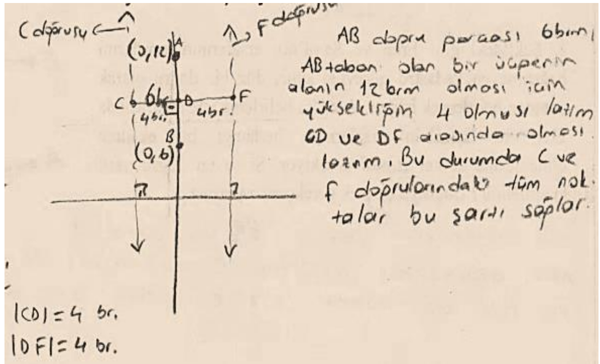
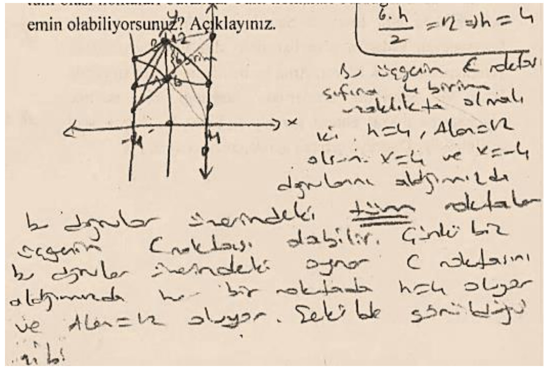
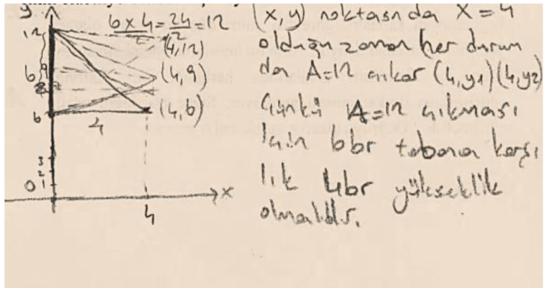
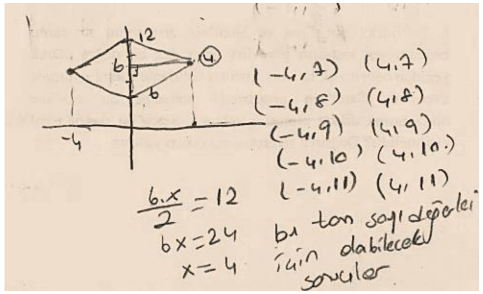
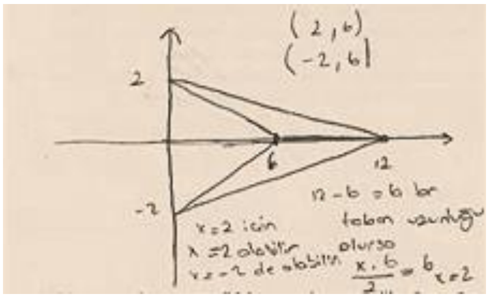
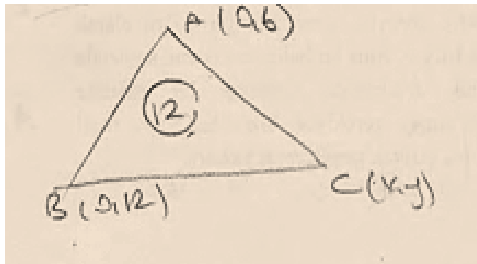
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 3. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri
Doğru cevap	Herhangi bir karesel bölgenin çizilerek 6 parçaya ayrılması ve bu 6 parçanın birleştirilmesi sonucu bir dikdörtgen oluşturulması; oluşturulan yapının dikdörtgen şartlarını taşıdığını gösteren ifadelere (diklik, paralellik, karşılıklı kenarların eşliği, alan vb.) yer verilmesi.	 15 numaralı öğrenci (öt)  55 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	Karenin yalnızca 6 parçaya bölünüp, bir araya getirilmesi sonucu bir şeklin elde edilmesi, fakat bunun dikdörtgen özelliklerini taşıyıp taşımadığının anlaşılmaması, yapılan işlemin adım adım anlatılmaması.	 74 numaralı öğrenci (st)  14 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış cevap	Bir karesel bölgenin 6 parçaya bölünmesi ve parçaların birleştirilmesi sonucu oluşan şeklin dikdörtgen özelliklerini taşımaması; karesel bölgenin 5 parçaya bölünmesi; parçalar arasında boşluk kalması veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 54 numaralı öğrenci (st)

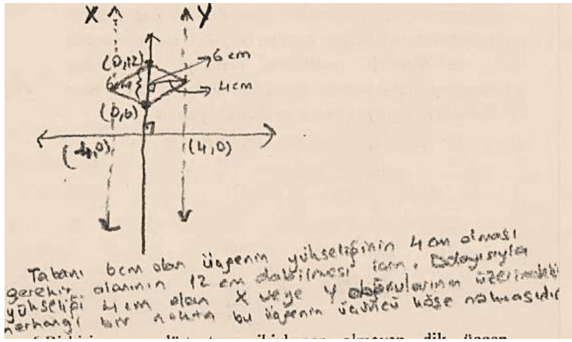
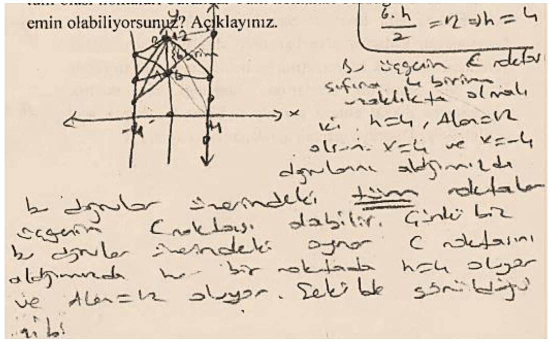
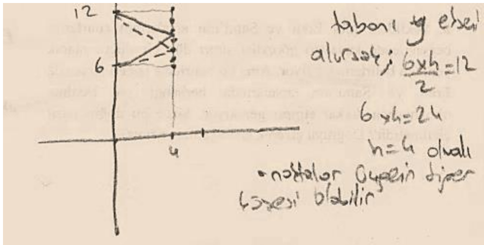
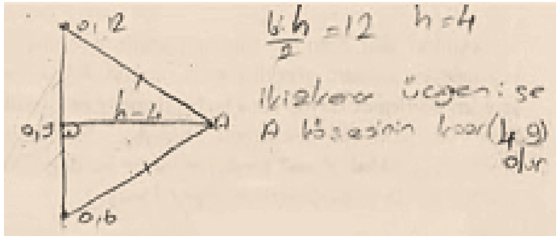
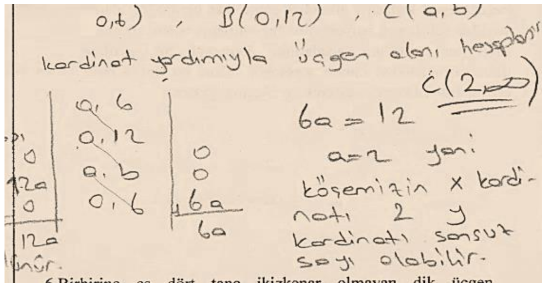
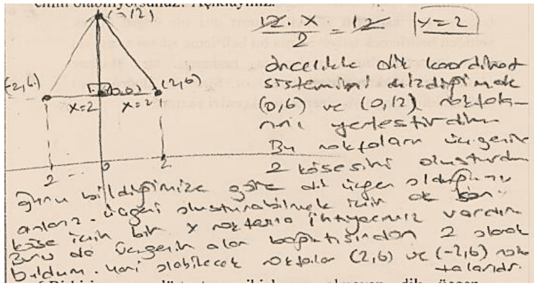
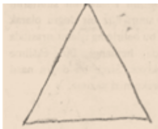
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 3. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri	
Tam ve ikna edici açıklama	Bir karesel bölgenin 6 parçaya ayrılması ve bu parçaların birleştirilmesi sonucu karşılıklı kenarları birbirine paralel ve eş uzunlukta olan ve dik açılara sahip bir dikdörtgenin oluşturulması, yapılan işlemlerin adım adım belirtilmesi ve matematiksel gerekçeler yoluyla oluşturulan şeklin bir dikdörtgen olduğunun ifade edilmesi.	 55 numaralı öğrenci (st)	 34 numaralı öğrenci (öt)
Eksik açıklama	Parçalama ve birleştirmeler sonucu dikdörtgenin oluşturulması fakat bu şeklin dikdörtgen olup olmadığının anlaşılması için yeterli açıklama yapılmaması; dikdörtgeni nasıl elde ettiklerinin ve bunun niçin bir dikdörtgen olduğunun anlaşılmaması.	 43 numaralı öğrenci (st)	 12 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış açıklama	Oluşturulan şeklin dikdörtgen özelliği taşımaması; eksik veya fazla sayıda parça kullanılması veya parçalar arasında boşluk bırakılması; parçaların birleştirilmesi sonucu oluşan şeklin yine bir kare olması.	 54 numaralı öğrenci (st)	 27 numaralı öğrenci (öt)
Hiçbir açıklama yok	Karesel bölgeyi sadece parçalara ayıran; hiçbir açıklama, sembol veya matematiksel gösterimlerin sunulmaması veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 74 numaralı öğrenci (öt)	

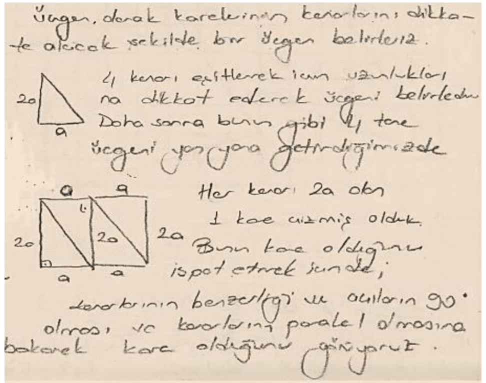
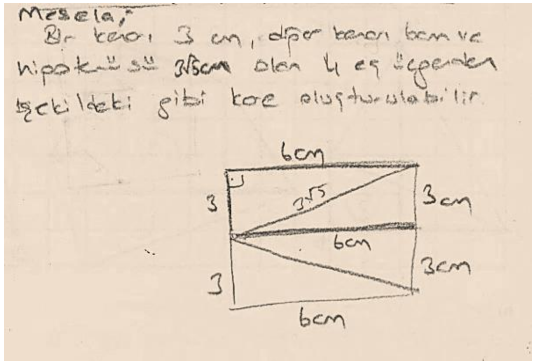
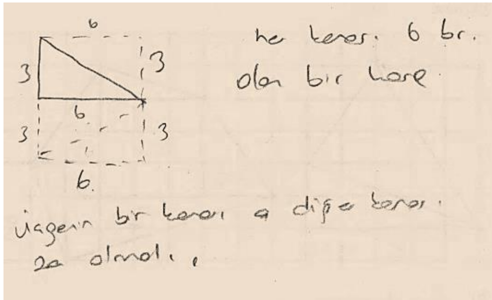
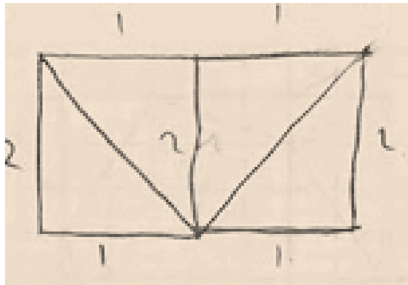
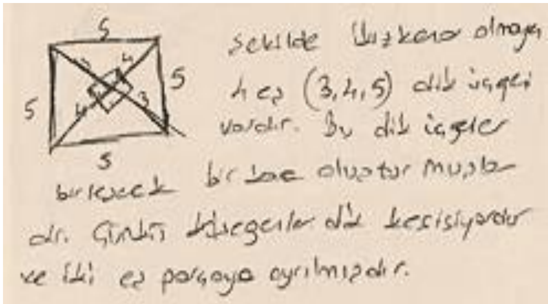
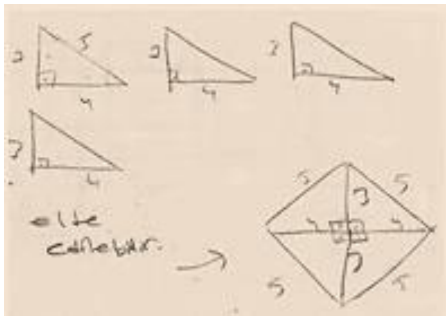
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 4. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri	
Doğru cevap	İki köşesinin koordinatları ve alanı verilen üçgenin üçüncü köşesi için olası bütün noktaları belirlemede, taban kenar uzunluğu 6 br olan üçgenin yüksekliğinin 4 br olarak hesaplanması, x eksenini -4 ve +4 noktalarında kesen y eksenine paralel iki doğru üzerindeki bütün noktaların, alanı 12 br^2 olan bir üçgenin üçüncü köşesi olabileceğinin ifade edilmesi.	 28 numaralı öğrenci (öt)	 22 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	Üçüncü köşe olabilecek bazı noktaların belirlenmesi; sadece yüksekliğin doğru hesaplanması veya x=-4 ve x= 4 noktalarından geçen y eksenine paralel doğrulardan sadece birinin cevap olarak verilmesi.	 62 numaralı öğrenci (st)	 29 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış cevap	Soruda koordinat sisteminin yanlış çizilmesi veya işlem hataları sonucu üçüncü köşe noktalarının yanlış olarak belirlenmesi; soruda istenilenlerden farklı yanıtlar verilmesi veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 51 numaralı öğrenci (st)	 42 numaralı öğrenci (st)

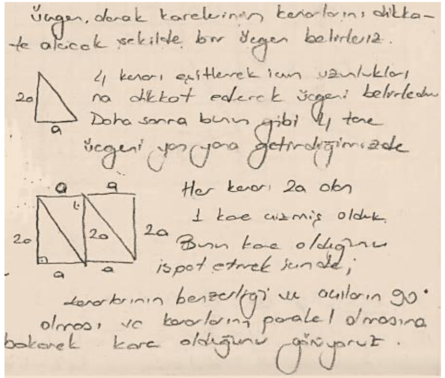
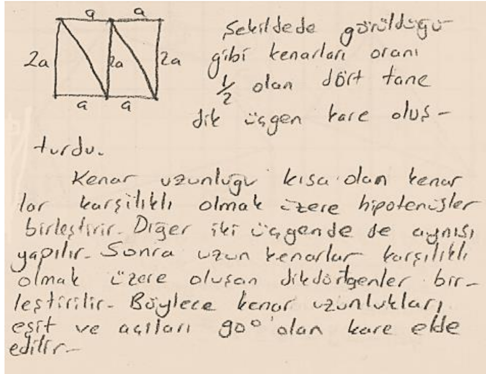
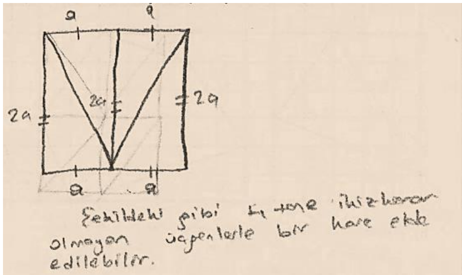
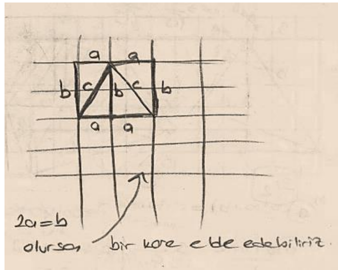
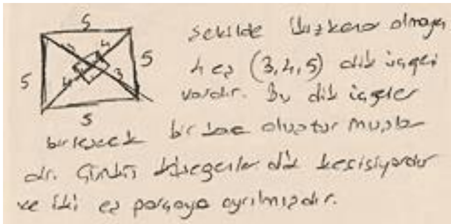
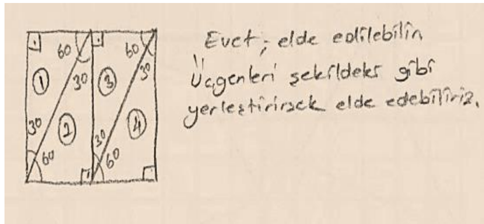
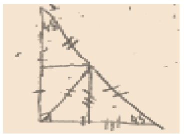
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 4. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri
Tam ve ikna edici açıklama	İki köşesi ve alanı verilen bir üçgenin üçüncü köşesinin alabileceği tüm noktaları bulurken, taban uzunluğunun 6 br ve yüksekliğin 4 br olacağının belirtilmesi, tabana 4br uzaklıktaki x=-4 ve x= 4 noktalarından geçen y eksenine paralel doğrular üzerindeki tüm noktaların alanı 12 br^2 yapacağının, gerekçeleri sunularak ve matematiksel ikna edici açıklamalarla sunulması.	 28 numaralı öğrenci (st)  22 numaralı öğrenci (st)
Eksik açıklama	Soruda üçüncü köşe bulunurken, bütün durumların göz önünde bulundurulmaması; sadece birkaç noktayı çözüm olarak gösteren açıklamaların yapılması veya sorunun kısmen doğru olarak çözülmesi.	 55 numaralı öğrenci (öt)  78 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış açıklama	Soruda işlem hatasının yapılması sonucu üçüncü köşeler için yanlış noktaların belirlenmesi, sadece ikizkenar üçgen için alanın 12 br^2 olacağının ifade edilmesi veya soruda istenenlerden farklı olarak yanlış açıklamalar yapılması.	 98 numaralı öğrenci (öt)  61 numaralı öğrenci (st)
Hiçbir açıklama yok	Sadece bir üçgen çizip herhangi bir açıklama veya matematiksel işlem yapılmaması; soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 62 numaralı öğrenci (öt)

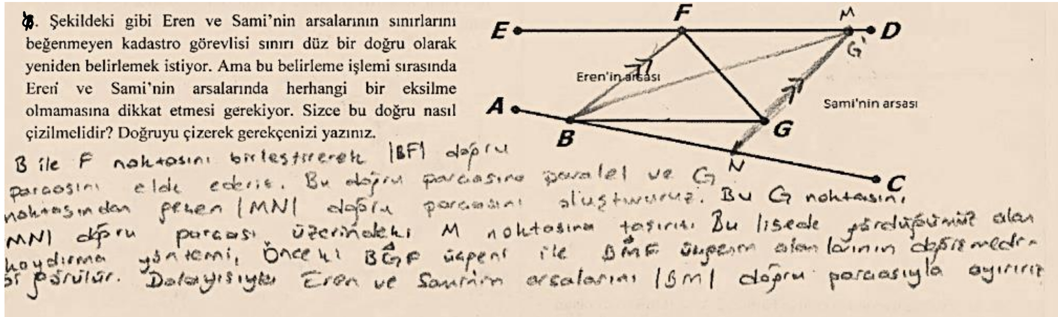
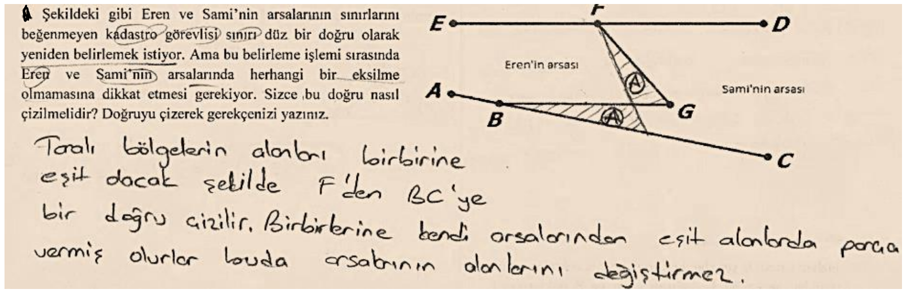
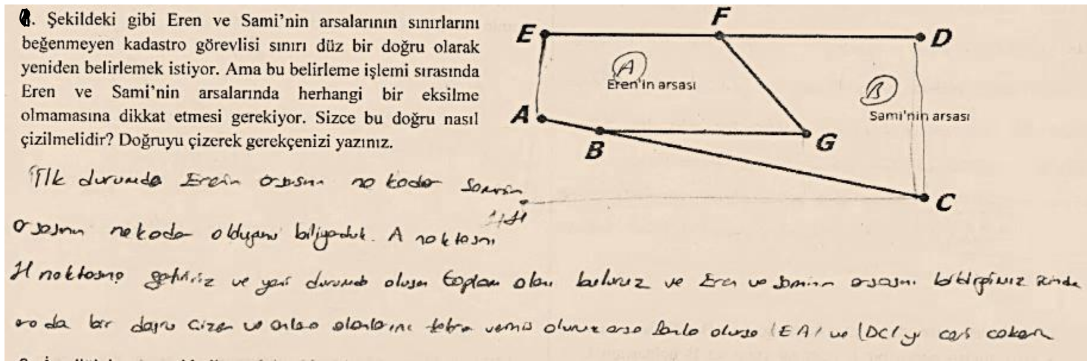
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 5. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri	
Doğru cevap	Dört tane ikizkenar olmayan dik üçgen kullanarak kare oluşturulabilmesinde dik kenarlar arasında 1 e 2 oranının olması gerektiği ve uygun şekilde bir araya getirildiklerinde karenin dört eş kenarının olması ve köşe açılarının 90^0 olarak belirtilmesi. İkinci bir yol olarak da dört dik üçgenin ortalarında boşluk şeklinde ve dışında bir kare oluşturulması; karenin kenar ve açı özelliklerini taşıdığının çözümde gösterilmesi.	 47 numaralı öğrenci (st)	 30 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	, Kare oluşması için gereken dik üçgenlerin doğru olarak belirlenmesi fakat oluşan şeklin bir kare özelliği taşıyıp taşımadığının ifade edilmemesi.	 37 numaralı öğrenci (öt)	 74 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış cevap	İkizkenar olmayan dört dik üçgen kullanılarak bir kare elde edilemeyeceğinin belirtilmesi; yanlış dik üçgenler seçimi sonucu karenin oluşturulamaması veya oluşturulan karenin ikizkenar dik üçgenler kullanılarak elde edilmesi.	 38 numaralı öğrenci (st)	 42 numaralı öğrenci (st)

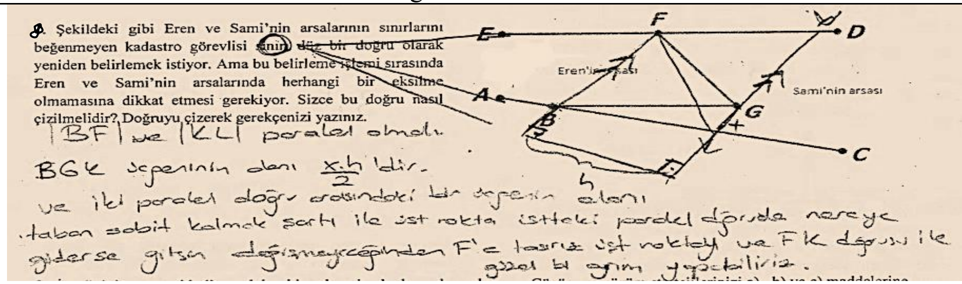
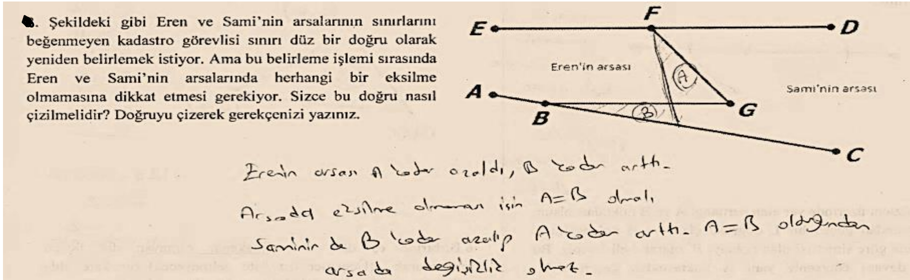
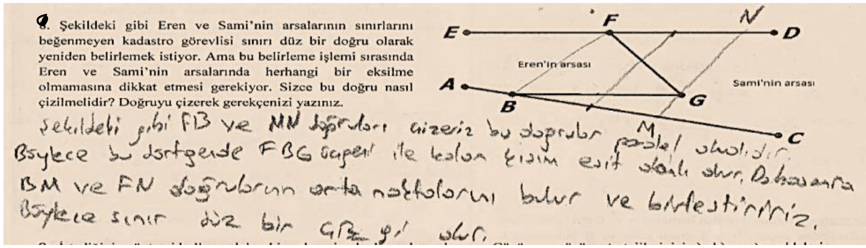
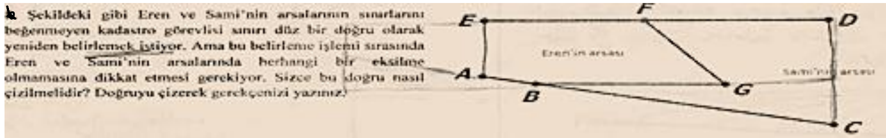
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 5. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri
Tam ve ikna edici açıklama	Dört eş ikizkenar olmayan dik üçgen kullanılarak doğru bir şekilde karenin oluşturulması ve kare özelliklerini taşıdığının matematiksel gerekçelerle ifade edilmesi. Örneğin üçgenler birleştirildiğinde "köşe açıları niçin 90^0" ve "dört kenar uzunluğu eşit uzunlukta mı?" sorularına cevap verilebilmesi, gerekli sembol ve notasyonların kullanılması.	 47 numaralı öğrenci (st)  56 numaralı öğrenci (st)
Eksik açıklama	Soruda kare oluşması için gereken üçgenin belirlenmesi fakat kare oluşturulmaması; kare şeklinin çizilmesi fakat bunun neden bir kare olduğunun tam olarak ifade edilmemesi.	 28 numaralı öğrenci (st)  12 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış açıklama	İstenilen özelliklere sahip bir kare oluşturulamayacağının ifade edilmesi; ikizkenar olmama veya dik üçgen olma şartlarının göz önüne alınmadan kare oluşturulması; kenar ve açılarla ilgili yanlış işlemler yapılması.	 38 numaralı öğrenci (st)  23 numaralı öğrenci (st)
Hiçbir açıklama yok	Kare olup olmadığı anlaşılamayan, herhangi bir açıklamanın yapılmadığı taslak çizimlerin yapılması veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 63 numaralı öğrenci (öt)

GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 6. SORU CEVABIN DOĞRULUĞU İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Cevabın doğruluğu	Tanım	Öğrenci örnekleri
Doğru cevap	Kadastro görevlisinin istediği düz sınırı elde etmek için; öncelikle B ile F noktalarının birleştirilerek [FB] doğru parçasının elde edilmesi, bu doğruya paralel olan ve G noktasından geçen bir doğru çizilmesi (örn [HI]) sonucunda bir yamuk oluşturulması ve yamuğun köşegenlerinin istenen cevap olarak matematiksel gerekçelerle ifade edilmesi.	 28 numaralı öğrenci (st)
Kısmen doğru cevap	İstenilen düz çizginin yerinin doğru tahmin edilmesi, matematiksel olarak geçerli ifadelere kısmen yer verilmesi. Örneğin "Eren arsasından kaybettiğini Sami' nin arsasından kazanması gerekir" vb. ifadelerle sınırın doğru yerden çizilmesi.	 57 numaralı öğrenci (st)
Yanlış cevap	Sınırın yanlış çizilmesi; soruda verilmemesine karşın [FD] ve [BG] doğru parçalarını paralel kabul edip, iç ters açıları ve benzerliği kullanarak sorunun çözülmeye çalışılması veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 45 numaralı öğrenci (st)

GEOMETRİ BAŞARI TESTİ 6. SORU ÇÖZÜMÜN AÇIKLANMASI İÇİN OLUŞTURULAN TABLO

Çözümün açıklanması	Tanım	Öğrenci örnekleri
Tam ve ikna edici açıklama	İstenilen sınırın çizilebilmesi için doğru bir yamuk şeklinin oluşturulması ve yamuğun iki köşegeninden herhangi birinin veya ikisinin istenilen doğru parçası olduğunun açıklanması. Aynı tabana ait yüksekliğin sabit kalarak hareket ettirilmesinin (alan kaydırma yöntemi) alanı değiştirmeyeceğinin ve alanların eşit olarak paylaştırılmış olacağının gerekçeleri ile sunulması.	 124 numaralı öğrenci (öt)
Eksik açıklama	İstenilen sınırın nerede olacağının doğru bir akıl yürütmeyle tahmin edilebilmesi, fakat çizilen doğrunun niçin alanı eşit olarak paylaştıracağının matematiksel gerekçelerle tam olarak ifade edilmemesi.	 90 numaralı öğrenci (öt)
Yanlış açıklama	İstenilen sınırın yanlış çizilmesi sonucu alanın eşit olarak paylaştırılmaması; çözüme ulaştırmayan yanlış çizim ve sayısal işlemlerin yapılması, soruda verilmemesine karşın [FD] ve [BG] doğru parçalarının paralel olduğu kabul edilerek benzerlik, iç ters açı özellikleri kullanılarak sorunun çözülmeye çalışılması.	 55 numaralı öğrenci (st)
Hiçbir açıklama yok	Çözüme katkısı olmayan taslak çizimler yapılması veya soruya herhangi bir yanıt verilmemesi.	 55 numaralı öğrenci

ÖZGEÇMİŞ

Nevzat DOKUR 1986 yılında Hatay'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Antakya'da tamamladı. Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü'nden 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı Şanlıurfa ili Birecik ilçesi Ayran Atatürk İlköğretim Okulu'na matematik öğretmeni olarak atandı. 2011 yılında Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimi için kabul aldı. Nevzat DOKUR halen aynı okulda matematik öğretmeni olarak çalışmaktadır.

VİTAE

Nevzat DOKUR was born in Hatay in 1986. He completed his elementary and secondary school education in Antakya. He graduated from the Department of Elementary Mathematics Education, Faculty of Education at Anatolian University in 2007. In that year he assigned as a math teacher in Şanlıurfa Birecik Ayran Atatürk Primary School. He started to do his master studies in Gaziantep University Institute of Education Sciences Department of Elementary Mathematics Education in 2011. Nevzat DOKUR working as a teacher at the same school.