T.C
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

9. SINIFTA ÜÇGENLERİN ÖĞRETİMİNDE ORİGAMİ VE SÖZSÜZ İSPATLARIN KULLANILMASI İLE İLGİLİ BİR ÖĞRETİM DENEYİ

AYŞE GELİŞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. HANDAN DEMİRCİOĞLU

SİVAS-2017

9. SINIFTA ÜÇGENLERİN ÖĞRETİMİNDE ORİGAMİ VE SÖZSÜZ İSPATLARIN ETKİSİNİN KULLANILMASI İLE İLGİLİ BİR ÖĞRETİM DENEYİ

Ayşe GELİŞEN

Cumhuriyet Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Tez Danışmanı
YRD. DOÇ. DR. HANDAN DEMİRCİOĞLU

SİVAS
ŞUBAT-2017

KABUL VE ONAY

Ayşe GELİŞEN'in hazırlamış olduğu "9.Sınıfta Üçgenlerin Öğretiminde Origami ve Sözsüz İspatların Kullanılması ile İlgili Bir Öğretim Deneyi" başlıklı bu çalışma, 13.02.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, "Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Hakan ŞANDIR (Jüri Başkanı)

Yrd.Doç.Dr. Handan DEMİRCİOĞLU (Danışman)

Yrd.Doç.Dr. Mesut BÜTÜN (Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../

Doç.Dr.Hakan KOÇ

Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

13.02.2017

A. Gel

Ayşe GELİŞEN

ÖZET

GELİŞEN, Ayşe, 9. Sınıfta Üçgenlerin Öğretiminde Origami ve Sözsüz İspatların Kullanılması İle İlgili Bir Öğretim Deneyi, Yüksek Lisans Tezi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı, Sivas, 2017

Bu çalışmada ortaöğretim dokuzuncu sınıf matematik öğretim programında yer alan geometri öğrenme alanının alt alanında yer alan üçgenler konusunun öğretiminde origami ve sözsüz ispatlar yöntemlerinin kullanılması ile ilgili bir öğretim deneyi gerçekleştirilmiştir..

Araştırma 2015-2016 eğitim öğretim yılının 2. döneminde Sivas merkezdeki bir lisede eğitim gören toplam 31 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. İlk olarak öğrencilere problem çözme testi uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına ve gönüllülük ilkesine bağlı kalarak seçilen öğrencilerle daha sonra mülakatlar yapılmıştır. Bu çalışmada uzman görüşleri alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen çalışma yaprakları kullanılmıştır. Bu yapraklarda origami etkinlikleri ve etkinlikle ilgili değerlendirme soruları yer almaktadır. Çalışma yapraklarının her biri bir ders saati (40 dk.) süreyle uygulanmıştır. Çalışma yapraklarında yer alan sorulara yanıtlar yazılı olarak alınmıştır. Araştırmada yöntem olarak nitel araştırma yönteminden öğretim deneyi modeli seçilmiştir. 9. Sınıf öğrencileriyle yürütülen çalışmalar sonucunda elde edilen veriler içerik analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Günlükler, çalışma yapraklarındaki sorulara verilen yanıtlar, mülakatlardan elde edilen veriler ve etkinliklerin kamera kayıtları bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarıdır.

Çalışma sonunda elde edilen bulgular oluşturulan problemler ve alt problemler ışığında değerlendirilmiştir. Yapılan mülakatlardan elde edilen bilgiler ışığında, öğrencilerin origami ve sözsüz ispatlar yöntemlerinin zevkli ve öğretici buldukları ortaya çıkmıştır.

2017, 155 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Öğretim Deneyi, Üçgenler, Origami, Sözsüz İspatlar, Ortaöğretim Matematik Eğitimi, Geometri Eğitimi

ABSTRACT

GELİŞEN, Ayşe, Using Orıgami And Proof Without Words In Teachıng Triangles :A Teaching Experiment, Master Thesis, Department Of Secondary Science And Mathematics Education, Sivas, 2017

The aim of this study investigated secondary school 9th grade the teaching triangles by usıng origami and proof without words.

This study was conducted in a general high school in Sivas with 31 9th grade students. It was made in the second term at 2015-2016 academic year. First of all students had taken the problem solving test. As a result of the testing the students chosen were interviewed. As a result of this study after researcher received information from the professionals, the leaflets composed were used. These leaflets contained questions related to the events and evolouation of the origami. Each work leaflets contained 40 minutes of testing. The students gave written answers for the questions in the leaflets. The study was based on the method of teaching experiment which had three phases. On the other hand, content analysis method and interview were used in qualitative part of study. The dates were collected by means of semi-structured interview form.

As a result of the testing the findings from the problems were reviewed. As a result of the interviews the information collected from the students was used to display positive and proper origami styles.

KEYWORDS: Teaching Experiments, Triangles, Origami, Proof Without Words, Secondary Mathematics Education, Teaching Geometry

ÖNSÖZ

Günlük hayatımızın her alanında iç içe yaşadığımız geometriyi, öğrencilere biraz daha sevdirmek ve belli ölçüde de olsa geometriyi öğretmek biz değerli matematik eğitimcilerinin önemli görevlerinden biridir. Matematiğin gölgesi altında kalan en az matematik kadar değerli olan geometri öğrencilerimiz tarafından hak ettiği ilgiyi görememektedir. Geometri eğitimini daha etkili, daha zevkli ve renkli kılmak adına çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla yapılan araştırmalara bu çalışmanın da bir nebze olsun katkı sağlayacağını umuyorum.

Öncelikle yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden bugüne kadar benden ilgisini, bilgisini ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen, bana her daim azim aşılayan, emeğini ve desteğini hiç eksik etmeyen çok kıymetli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Handan DEMİRCİOĞLU’na sonsuz minnetlerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimine birlikte başladığım ve bu süre zarfında birlikte çalışma fırsatı bulduğum arkadaşlarıma ve saygıdeğer meslektaşlarıma teşekkür ediyorum. Ayrıca burada olmamı sağlayan üzerimde emeği olan bütün öğretmenlerime ve araştırmam boyunca bana yardımcı olmaya çalışan sevgili öğrencilerime ve okul yönetimine teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığım tüm çalışmalarda beni destekleyen ve aldığım kararlarda yanımda olan, bana benden çok inanarak güç veren başta sevgili eşim Alper GELİŞEN’e, varlığıyla hayatıma renk katan biricik oğlum Ahmet Alpay GELİŞEN’e ve tüm aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Bölüm Bir
GİRİŞ

Bölüm İki
KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bölüm Üç
YÖNTEM

Bölüm Dört

BULGULAR VE YORUM

Bölüm Beş

Tartışma ve Sonuç

TABLO LİSTESİ

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde problem, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları, varsayımlar ve gerekli tanımlar yer alacaktır.

1.1. Problem Durumu

İnsanlıkla birlikte paralel olarak değişen ve gelişen matematik eğitimi, hayatımızda önemli bir yere sahiptir. Teknolojideki hızlı gelişimler, değişimler ve çağa ayak uydurma yarışı, matematik eğitiminin önemini gittikçe artırmaktadır. Fakat teknoloji ilerledikçe bilgiye erişimin kolaylaşması, bireylerin yerine düşünen cihazların artması, öğrencileri hazıra daha çok alıştırmakta onları sorgulamaktan alıkoymaktadır. Bu da bilgiyi işlevsiz hale getirmektedir. Bu yüzden son dönemlerde bilginin sadece öğrenilmesi yetmemektedir. Bilginin öğrenildikten sonra dönüştürülebilmesi ve ihtiyaç duyulduğunda kullanılması gerekmektedir.

Matematik eğitimi son yıllarda sağlam temeller üzerine yavaş yavaş yükselmektedir. Bu gelişim sürecinde dünyada ve ülkemizde yeni yöntemler denenmektedir. Matematik soyut yapılarla somut yapıların bir araya gelmesi sonucu oluşan bir bilim dalıdır. Matematiksel bilginin çoğu öğrenci tarafından formülden ibaret görülmesi, bilginin somutlaştırılmaması matematiğin öğrenilmesini güçleştirmektedir. Özellikle öğrenilen bilginin günlük hayata transferinin yapılamaması matematiğin öğrenilmesini zorlaştıran faktörlerden bir diğeridir.

Matematiğin önemli alt dallarından biri olan geometri, diğer bilim dallarıyla da oldukça yakın ilişkilere sahiptir. Özellikle mimaride ve bazı mühendislik dallarında geometrinin yeri yadsınamaz. Hayatımızda geometri önemli bir yere sahiptir. Bunun nedenlerinden birisi etrafımızı çevreleyen cisimlerin, kullandığımız nesnelerin birer geometrik şekillerden oluşmasıdır. Kısacası geometri fiziksel dünyanın içinde yer alan dokunulabilen görülebilen bir özelliğe de sahiptir. Her ne kadar geometrinin somut olduğundan bahsetsek de, geometri soyut yapılarda içermektedir. Özellikle Öklidyen olmayan geometri soyut geometriye güzel bir örnektir.

Geometri günlük hayatımızın bu kadar içinde olmasına rağmen, öğrencilerin zorlandıkları bir ders olmuştur. Geometri eğitimi ülkemizde, matematik müfredatına gömülmüş bir vaziyette olup geometri dersinin kendine ait bir ders başlığı bulunmamaktadır. Bu yüzden geometri eğitimi matematiğin geri planına düşmekte ve matematik eğitiminin gölgesi altında kalmaktadır. Aslında okul öncesinden ortaöğretim son sınıfa kadar matematik eğitim programı incelendiğinde, programımızın sarmal yapısı gereği geometri eğitiminin her sınıf seviyesinde, bireylerin hazırbulunuşluluklarına göre konuların derinleşerek devam ettiği görülmektedir.

Ülkemizde geometri eğitimi ilk olarak öğrencilere okul öncesi eğitiminde verilmektedir. Bu yaş gurubunda öğrenim gören öğrenciler Van Hiele yaklaşımına göre genelde 0. Seviyede (göz önünde canlandırma) yer almaktadırlar. Bu evre geometrik düşünme evrelerinin en altında yer almaktadır. Bu seviyede yer alan birey şekilleri görünüşlerine göre birbirinden ayırabilir. Yani kare ile üçgeni birbirinden ayrılabilir fakat sadece şekle odaklanır. Yani onun açı kenar ilişkisiyle ilgilenmez (Alisinanoğlu, Baydemir, vd. 2015).

Okul öncesi eğitim döneminde matematik eğitimi altında geometri eğitimi kapsamında üçgen, kare, daire ve dikdörtgen gibi geometrik şekillerin öğretimi yer almaktadır. Bu dönemdeki çocuklarda geometrik şekil kavramlarının gelişimi ile şekil kavramının gelişimi paralellik göstermektedir (Clements, 1998). Buradan anlaşılacağı üzere "üçgen" ile ilgili çocuklara verilen ilk eğitim üçgeni tanımaları ve diğer şekillerden ayırt edebilmeleri üzerinedir. Üçgenlerle ilgili okul öncesi matematik eğitiminde yapılan bir çalışmada öğrencilerin %60'nın üçgeni tespit edebildikleri bulunmuştur. Yani diğer şekiller arasından üçgeni ayırt edebildikleri görülmüştür (Clements ve Sarama, 2000).

Okul öncesi eğitimini bitiren çocuklar ülkemizde ilköğretime başlamaktadırlar. Talim ve Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan İlköğretim Matematik Dersi Eğitim Programı araştırmacı tarafından incelenmiştir. Matematik eğitimin alt öğrenme alanında yer alan Geometri öğrenme alanının içinde yer alan alt öğretme alanları (1.sınıftan 4. Sınıfa kadar olan) Şekil 1'de verilmiştir.

ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	SINIFLAR			
		1	2	3	4
GEOMETRİ	Geometrik Cisimler ve Şekiller	x	x	x	x
	Uzamsal İlişkiler	x	x	x	x
	Geometrik Örüntüler	x	x	x	
	Geometride Temel Kavramlar			x	x

Şekil 1: İlköğretim Matematik Dersi Eğitim Programında yer alan geometri öğrenme alanının alt öğrenme alanlarının sınıflara göre dağılımı

Şekil 1'den görüldüğü üzere geometri eğitimi 1.sınıftan 4.sınıfa kadar her sınıf seviyesinde verilmektedir. Geometrik cisimler ve şekiller konusu eğitim sistemimizin sarmal yapısından dolayı; her sınıf seviyesine uygun olacak şekilde konular derinleşerek ilerlemektedir.

İlköğretim 4.Sınıf Matematik ders programında yer alan geometri öğrenme alanına ait kazanımlardan bazıları şunlardır:

1. Açının kenarlarını ve köşesini belirler, açıyı isimlendirir ve sembolle gösterir.
2. Açıları, standart olmayan birimlerle ölçer ve standart ölçme birimlerinin gerekliliğini açıklar.
3. Açıları standart açı ölçme araçlarıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirler.
4. Standart açı ölçme araçları kullanarak, ölçüsü verilen açıyı oluşturur.

Kazanımlar incelendiğinde "üçgenler" konusunun 1.sınıftan 4.sınıfa kadar Matematik öğretim programının sarmal yapısı gereğince tekrarlandığı ve sınıf seviyesi artıkça yeni bilgiler eklendiği gözlenmektedir. Yukarıda yer alan kazanımlara bu araştırmada zaman zaman değinilmektedir, çünkü lise 9. Sınıf seviyesinde öğrenim gören bir bireyin bu kazanımları elde ettiği varsayılmaktadır.

Ülkemizde ilköğretim eğitimini tamamlayan her birey ortaokula devam etmek zorundadır. Talim ve Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan Ortaokul Matematik Dersi Eğitim Programı araştırmacı ve bir uzman tarafından incelenmiştir. Şekil 2'de öğrenme alanlarının sınıflara göre dağılımları yer almaktadır.

	Sınıflar			
	5	6	7	8
GEOMETRİ VE ÖLÇME	X	X	X	X

Şekil 2. Ortaokul Matematik Dersi Eğitim Programında yer alan Geometri ve Ölçme alanının sınıflara göre dağılımı

Şekil 2'den görüldüğü üzere geometri ve ölçme alanı bir başlık altında, 5.sınıftan 8. sınıfa kadar her sınıf seviyesinde, sınıf seviyelerinin gerektirdiği düzeyde işlenmektedir. Bu araştırmada lise birinci sınıf öğrencileriyle çalışıldığı için; liseden bir önceki sınıf seviyesi olan sekizinci sınıfın kazanımları bu çalışma için önemlidir. Bu yüzden 8. Sınıf Matematik Dersi Programı incelenerek geometri öğrenme alanının içinde yer alan "üçgenler" konusuna ait kazanımları aşağıda verilmiştir.

1. Üçgende kenarortay, açıortay ve yüksekliği inşa eder.
2. Üçgenin iki kenar uzunluğunun toplamı veya farkı ile üçüncü kenarının uzunluğunu ilişkilendirir.
3. Üçgenin kenar uzunlukları ile bu kenarların karşısındaki açıların ölçülerini ilişkilendirir.
4. Yeterli sayıda elemanının ölçüleri verilen bir üçgeni çizer.
5. Pisagor bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
6. Eşlik ve benzerliği ilişkilendirir; eş ve benzer şekillerin kenar ve açı özelliklerini belirler.
7. Benzer çokgenlerin benzerlik oranını belirler; bir çokgene eş ve benzer çokgenler oluşturur

Ortaokuldan mezun olan öğrencilerin Ortaöğretime devamı ülkemizde zorunludur. Talim ve Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan Ortaöğretim Matematik Dersi Eğitim Programı araştırmacı ve bir uzman tarafından incelenmiştir. 9.sınıf Matematik Dersi öğretim programında yer alan öğrenme alanları aracılığı ile "üçgenler" konusunda öğrencilerin aşağıdaki kazanımlara ulaşmaları hedeflenmektedir:

1. Üçgenin temel elemanları, yardımcı elemanları ve bunlar arasındaki ilişkileri neden-sonuç ilişkisi içerisinde açıklama
2. Dik üçgende dar açıların trigonometrik değerlerini belirleme ve bu oranları problem çözme sürecinde kullanma
3. Sinüs ve kosinüs teoremlerini anlama ve bunların uygulamalarını bağlamsal bir yaklaşım çerçevesinde yapma
4. İki üçgenin eş veya benzer olmasını sağlayan asgari koşulları belirleme ve üçgenlerin eşliğini ve benzerliğini gerçek yaşam problemlerinin çözümünde aktif olarak kullanma
5. Farklı problem durumlarında kullanılabilecek en uygun üçgen alan bağıntısının hangisi olduğuna karar verme ve üçgenin alan bağıntılarını problem çözme sürecinde kullanma
6. Dik üçgendeki temel uzunluk ilişkilerini problem çözme sürecinde kullanma

Üstte yer alan bilgiler incelendiğinde okul öncesinden tutunda ortaöğretime gelene kadar öğrencilere her sınıf seviyesinde, düzenli ve sistematik bir biçimde geometri eğitimi verildiği görülmektedir. Üçgenler ile ilgili öğretim her sınıf kademesinde öğrencilerin hazırbulunuşluluk seviyelerine göre hazırlanan program doğrultusunda yapılmaktadır. Eğitim-öğretim programının sarmal özelliğinden dolayı, sınıf seviyesi artıkça konular derinleşmek, konuya ait kazanım sayısı artmaktadır.

Özellikle 9.sınıftan bir önceki basamak olarak nitelendirebileceğimiz 8.sınıfın matematik öğretim programı incelendiğinde üçgenler konusunun geniş yer kapladığı görülmektedir. Bu araştırmada üçgenlerle ilgili seçilen kazanımların, 8.sınıftaki üçgenlerle ilgili olan kazanımlarla paralellik gösterdiği açıktır. Yani 9.sınıf olarak öğrenimine devam eden bir öğrencinin araştırmamızda kullandığımız üçgenlerle ilgili kazanımların birçoğunu teoride 8.sınıfta elde ettiği söylenebilir. Çünkü eğitim programımızda bir üst sınıfa geçen öğrencinin, alt sınıflardaki kazanımları elde ettiği varsayılmaktadır.

Ortaöğretim matematik müfredatında, özellikle lise 1'den itibaren geometrinin ağırlıklı bir yere sahip olduğu görülmektedir. Geometri eğitimi lise birinci sınıf matematik derslerinde "Üçgenler" konusu ile başlamakta ve her sınıf kademesinde yapısını derinleştirerek ilerlemektedir. Buna rağmen öğrencilerin geometri dersinde oldukça zorlandıkları görülmektedir.

Görselleştirme kavramı matematiğin soyut yapısını somutlaştırmada eğitimcilere destek sağlar. Bu yüzden görselleştirmeyi geometrinin somut yapısını belirginleştirmek için kullanabiliriz. Bunun için görselleştirme yaklaşımı adı altında anılan origami ve sözsüz ispatlar tekniklerini kullanabiliriz. Ayrıca öğrencinin derse olan ilgisini artırmak ve öğrencinin derslere aktif katılımını sağlamak için bu teknikleri kullanabiliriz. Bu sayede öğrencilerin geometriyi öğrenmelerini kolaylaştırabilir ve geometri dersinde öğrencilerin başarılarını artırabiliriz.

Son yıllarda ülkemizde görselleştirme ile ilgili yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Görselleştirme üzerine yapılan tez çalışmaları incelendiğinde 41 çalışmadan, 12 tanesi matematik eğitimi alanıyla ilgilidir. Araştırmacılardan bazıları görselleştirmenin konu üzerinde etkilerini incelemektedirler. Bu araştırmada ise öğrencilerin görselleştirme yaklaşımlarından olan origami ve sözsüz ispatlar tekniklerinin üçgenler konusunun öğretiminde kullanılmasının olumlu ya da olumsuz yanları irdelenmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmada "üçgenler" konusunun öğretiminde origami ve sözsüz ispatlar tekniklerinin etkisi incelendi. Bu sayede görselleştirme yaklaşımlarıyla işlenen konunun öğrencilerin öğrenmesindeki olumlu ya da olumsuz yanları gözlemleme fırsatı bulundu. Bunun için araştırmacı tarafından geliştirilen üçgenlerle ilgili çalışma yaprakları kullanılmıştır. Bu yaprakların her biri öğrencilere bir ders saati (40 dk.) süresince uygulanmıştır. Ayrıca süreç kamera kaydına alınarak veri kaybı en aza indirilmeye çalışılmıştır. Etkinlikler bittikten 5 ay sonra seçilen 4 adet öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı 9.sınıf matematik dersinde yer alan "Üçgenler" konusunun origami ve sözsüz ispatlar yöntemleriyle işlenmesine ilişkin görüşlerini ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini incelemektir.

1.3 Araştırmanın Önemi

Hayatımızın her alanında geometri ile iç içe yaşamaktayız. Çevremizde yer alan nesnelerin, kullandığımız eşyaların birçoğu geometrik şekillerden oluşmaktadır. Ayrıca okul öncesi eğitimle başlayan uzun öğrenim hayatımızda, geometri eğitimi şekilleri sınıflandırmakla başlayıp, öğretim kademeleri artıkça derinleşmektedir. Üstelik konular birbirleriyle sarmal bir ilişki içinde olduğundan, her konunun derinlemesine öğrenimi gerekmektedir.

Okullarımızda uzun yıllar süren geometri eğitimine rağmen, öğrencilere "Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı kaç derecedir?" diye sorulduğunda, öğrenciler arasında cevabı bilmeyen ya da soruya yanlış cevap veren birçok öğrenciyle karşılaşabiliriz. Doğru cevabı bilen öğrencilere ise "Neden?" sorusunu yönelttiğimiz zaman çoğunlukla yanıt alamamaktayız. Bunun en büyük nedenlerinden biri öğretimimizde öğrencilerin ezbere yönelmesidir. Dolayısıyla kalıcı öğrenmeler gerçekleştirememememizdir. Matematik eğitimcileri olarak öz eleştiride bulunduğumuz zaman sadece öğrencilerin değil biz değerli eğitimcilerin bile bazı kavramların altını boş bıraktığımız dikkatleri çekmektedir. Bu ise nedenini, niçinini sorgulamak yerine hazır verilen bilgiyi düşünmeden öğrencilerin kabul ettiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Geometri derslerinde formüller ve tanımlar ağırlıklı olarak kullanılır. Öğrencilerden bu tanımları ve formülleri kullanarak, soruları çözmeleri beklenir. Çoğu zaman öğrenciler bu formülleri sadece ezberlemekle yetinirler. İlerleyen zamanlarda öğrencilerden bu formülleri kullanarak soru çözmeleri istendiğinde, öğrenciler soruları çözmekte zorlanmakta genellikle de başarısız sonuçlar elde etmektedirler. Başarısız sonuçlardan kurtulmak ya da bu sonuçları en aza indirgemek için geometri öğretiminin kalitesini artırmalıyız. Öğrenimin kalitesini artırmak için, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol aldıkları, öğrencilerin eğlenerek öğrendikleri öğretim ortamları sunabiliriz.

Üçgenler konusu en önemli geometri konularından biri olmakla kalmayıp, ayrıca 9.sınıf geometri eğitiminin başlangıç konusudur. Bu araştırmada üçgenlerle ilgili temel kavramların, kuralların öğrencilere görselleştirme yaklaşımlarıyla öğretilmesinin öğretime sağlayacağı faydalar incelenecektir. Çünkü görselleştirme yaklaşımının bünyesinde yer alan origami ve sözsüz ispatlara dayalı yapılan etkinlikler sayesinde öğrencilerin dikkatlerinin çekildiği, kuralları ezberlemek yerine kuralların nedenlerini araştırabilecekleri ortamlar sunabiliriz.

Görselleştirme yaklaşımıyla yapılan çalışmaların bazılarında, matematik kavramlarının öğretiminde görselleştirmenin etkisi incelenmiştir. Görselleştirme yaklaşımıyla yapılan etkinliklerin konuların öğrenimine olumlu katkılar sağladığını ileri süren çalışmalara rastlanılmaktadır. Fakat görselleştirme yaklaşımının bünyesinde yer alan origami ve sözsüz ispatların bir arada kullanıldığı çalışmalara rastlanılmamaktadır.

Bu araştırma dokuzuncu sınıf matematik dersinde "Üçgenler" konusunun öğretiminde origami ve sözsüz ispatların kullanımının etkili olup olmadığını göstermesi, öğrenme sürecini yansıtması yönüyle önemlidir. Bu sayede origaminin ve sözsüz ispatların üçgenlerin öğretimine katkısı irdelenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın origami ve sözsüz ispatların matematik eğitiminde bundan sonraki çalışmalara da rehber olacağı düşünülmektedir.

1.4. Problem Cümlesi

Origami ve sözsüz ispatlara dayalı hazırlanan etkinliklerle öğretime ilişkin 9.sınıf öğrencilerinin öğrenme süreçleri ve görüşleri nasıldır?

1.5. Alt Problemler

Bu araştırmanın alt problemleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Üçgenlerin öğretiminde origami ve sözsüz ispatlarına dayalı yaklaşımının ile 9. Sınıf öğrencilerin öğrenme süreçleri nasıldır?
2. 9. Sınıf öğrencilerinin origami ve sözsüz ispatlar etkinliklerine dayalı olarak yapılan geometri öğretimine yönelik görüşleri nelerdir?

1.6. Varsayımlar

Katılımcıların, mülakat sorularına ve çalışma yapraklarında yer alan sorulara içtenlikle, gerçek süreci yansıtacak şekilde, beğenilme kaygısı olmaksızın cevap verdikleri varsayılmaktadır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma,

a. 2015-2016 eğitim öğretim yılıyla,
b. Sivas il merkezinde bulunan bir devlet lisesinin 9.sınıfında öğrenim gören 31 öğrenciden elde edilen veriler ile,
c. Araştırmanın kapsamı Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı 9.Sınıf geometri öğrenme alanı üçgenler alt öğrenme alanında yer alan kazanımları ile,
d. Çalışma süreç bakımından çalışmanın yapıldığı zaman dilimiyle,
e. Araştırma, araştırma boyunca uygulanmış etkinliklerle,

sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Görselleştirme: Görselleştirme; hem uzamsal bir doğanın tüm yazılımları içeren, hem görsel olan zihinsel imajları, hem de zihinsel imajların yapılanma ve dönüşüm süreçlerini içeren bir yöntemdir (Presmeg, 1997).

Origami: Genellikle kâğıt parçalarını kesmeden ve yapıştırıcı kullanmadan, kağıtları sadece katlayarak çeşitli figürler elde etme sanatıdır.

Sözsüz İspat: Matematiksel ifadelerin niçin doğru olduğunu açıklarken herhangi bir kelime kullanmaksızın şekillerle, diyagramlarla yapılan ve görselleştirmeye dayalı ispattır (Demircioğlu ve Polat, 2015).

Kavram Karikatürü: Kavram karikatürleri; üç ya da daha fazla karakterin yaptığı tartışmanın resimle ifadesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tartışmada, her bir karakter farklı bir düşünceyi savunmaktadır. Tartışmada sunulan fikirlerden biri, bilimsel doğru kabul edilen düşünce biçimini, diğerleri ise bilimsel olarak doğru olmayan, ancak öğrencilerin kendilerine has biçimde oluşturdukları düşünce biçimlerini temsil etmektedir. Bu düşünce biçimleri bilim insanları tarafından kavram yanılgıları olarak da kabul edilmektedir (Tokcan ve Alkan, 2013).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Görselleştirme

Dünyada ve ülkemizde eğitim ve öğretimin kalitesini artırmak amacıyla yapılan bilimsel çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Yeni yöntemler ve yaklaşımlar denenmekte, bulunan yöntemlerin ve yaklaşımların eğitim ve öğretim üzerindeki etkilikleri araştırılmaktadır. Eğitim ve öğretim ortamlarının içerikleri zenginleştirilmeye çalışılmaktadır. Özellikle son yıllarda bu bağlamda ülkemizde, eğitim ve öğretimde görsel materyallerin ve bilgisayar yazılımlarının kullanımı artmaktadır. Matematik eğitiminde de durum farksız değildir.

Matematiği öğrencilere sevdirmek, öğretimin kalitesini dolayısıyla öğrencilerin başarılarını artırmak amacıyla, matematik derslerinde görsel materyallere ve bilgisayar yazılımlarına yer verilmektedir. Görsel materyaller ve bilgisayar yazılımları görselleştirme yaklaşımının içinde yer alan araçlardandır.

Görselleştirme denilince günlük hayatta aklımıza, gördüklerimizi ya da zihnimizde canlandırdıklarımızı resme veya şekle aktarmamız gelmektedir. Oysa matematikte yer alan görselleştirme yaklaşımı bu kadar dar tanımlanamaz. Görselleştirmenin matematikte kullanımı, diğer bilimsel alanlardaki kullanımından farklılıklar göstermektedir. Dolayısıyla görselleştirme kavramının matematikteki tanımı, günlük hayattaki tanımından farklılık gösterir.

Görselleştirmenin günlük hayattaki tanımı, matematikteki tanımını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Çünkü matematik eğitimcileri görselleştirme yaklaşımını kendilerine ait çalışma alanları, kullandıkları teknoloji, kullandıkları araçlar, materyaller ve bireyin zihinsel gelişiminden hareketle tanımlamaya çalışmışlardır (İpek, 2003). Bu bağlamda aşağıda görselleştirmenin farklı eğitimciler tarafından yapılan farklı tanımları yer almaktadır.

Zimmerman ve Cunningham (1991), görselleştirmeyi; ister elle çizili, ister bilgisayarla çizili olsun matematikteki kavram, prensip ya da problemlerin geometrik ya da grafik görüntülerinin oluşturulma veya kullanım süreci olarak tanımlamışlardır. Onlara göre görme terimi görselleştirmeyi tanımlamada yetersiz kalmaktadır. (Presmeg, 1997) görselleştirmeyi; hem uzamsal bir doğanın tüm yazılımları ve hem de görsel olan zihinsel imajların yapılanma ve dönüşüm süreçlerini içeren bir yöntem olarak tanımlamıştır.

Matematiğin soyut ilişkilerine daha etkili bir şekilde yaklaşmak ve anlamak için, matematiksel nesnelerin olası somut gösterimlerinin kullanılmasına matematiksel görselleştirme denilmektedir (Guzman, 2002). Matematiksel görselleştirme, öğrencilere, bir kavramı ya da problemi anlamayı ve de anlatmayı başarmak için problem çözmeye destek olarak şema kullanma, uygun şemayı kalem-kağıt ya da bazı durumlarda teknolojik aletlerle çizme yeteneğidir. Matematikte görselleştirme amaca yaklaştıran bir araçtır (Koğ, 2012).

Yukarıda verilen tanımlar incelendiğinde görselleştirme yaklaşımının matematik öğretimi için ne kadar hayati önem taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu kadar önemli olan bir yaklaşımının tarihsel gelişimi nasıldır?

2.1.1. Görselleştirme Yaklaşımın Tarihçesi

Görselleştirme kavramı yalnız matematik alanında kullanılan bir yöntem değildir. Görselleştirme tarih boyunca birçok bilim dalında anlaşılabilirliği artırmak, öğretimi kolaylaştırmak gibi amaçlarla kullanılan bir yöntem olmuştur. Özellikle soyut kavramları somutlaştırmada, gözle görülemeyen çok ufak atom gibi nesneleri modellemede, gözle görülemeyecek kadar uzakta bulunan güneş sistemini modellemede vb. kullanıla gelen bir yöntemdir.

Daha çok insana hitap edebilmek ve insanlar tarafından anlaşılabilirliği artırmak amacıyla birçok bilim adamı görselleştirme yaklaşımını kullanmıştır. Örneğin İngiliz kimyager Jonh Dalton çalışmalarında görselleştirmeyi kullanan ünlü bilim adamlarından biridir. Bilimsel anlamda atom modelini ilk ortaya koyan bilim adamıydı. John Dalton tüm maddelerin atom adı verilen küçük parçacıklardan oluştuğunu ortaya koyarak, atomu anlatmak için atom modelini açıklamıştır. Ona göre atomlar içi dolu küreler şeklindeydi. Bu model tümüyle doğru olmamasına karşın, atom konusunda ilk bilimsel model olması bakımından önemlidir.

Newton, Darwin, Curie ve Picasso gibi dâhilerin pek çoğu dehalarını tam anlamıyla ifade etmek için kafalarının içindekileri dışarıya yansıtan notlar almak gerektiğinin farkındaydılar (Buzan-Keene, 1996). Bu notlar sadece not olarak algılanmamalıdır, onlar kafalarındaki düşünceleri çizimler ve çizimlerin yanındaki açıklamalarla anlatmaya çalışmışlardır, yani düşüncelerini aktarmak için görselleştirmişlerdir.

Fermat sayılar teorisi alanındaki çalışmalarıyla, özellikle de “Fermat’ın Son Teoremi“ olarak bilinen meşhur teoremin sahibi olarak bilinir. Fermat, Diophatus’un *Arithmetica* adlı eserinin Bachet tarafından yapılan çevirisinin bir kopyasına sahiptir. Fermat’ın bu kitabın kenarına yazdığı notları çok meşhurdur. Kitabın kenarına sadece notlar almakla kalmamıştır zaman zaman kitabın kenarına ufak ispatlar yaptığı görülmüştür.

Bir diğer dahi Leonardo Da Vinci’nin eskizlerinde görselleştirme yöntemine rastlanmaktadır. Da Vinci gözlemlerini, düşüncelerini ve hayallerini çizimler yaparak ve bu çizimlerin yanına notlar düşerek anlatmaya çalışmıştır. Çalışmalarında görselleştirme yaklaşımını kullanan daha birçok bilim adamı sayılabilir.

2.1.2. Görselleştirmenin Matematik Tarihindeki Yeri

Görselleştirmenin matematik tarihinin ise matematiğin keşfine kadar uzandığı söylenebilir. Yani matematikte görselleştirme yöntemi, matematik tarihi kadar eskidir. Çünkü matematiksel kavramların tarihsel köklerine kadar inildiğinde görselleştirme yaklaşımı karşımıza çıkar. Antik medeniyetlere ait bulunan eserlerde matematikle ilgili tasvirler yer almaktadır (Şekil3). Bu tablet üzerinde bir dik üçgen üzerinde birbirini izleyerek çıkarılan diklerin uzunluklarının hesaplandığı görülmektedir. Bu da o dönemde Sümerli matematikçilerin cebir ve geometri hakkındaki bilgilerini görselleştirerek anlattıklarını ortaya çıkarır.

Şekil 3. "Bir dik üçgen üzerinde birbirini izleyerek çıkarılan diklerin uzunluklarının bulunmasını" içeren tarihi eser

Bir başka örnek ise günümüzden yaklaşık 4000 yıl öncesinde Sümer'de yazıldığı düşünülen "Plimpton 322" diye bilinen tablettir. Bu tablet matematik tarihinin en eski belgelerinden biridir. Bu belgede kenarları tam sayı olan ve belli bir kurala göre sıralanmış dik üçgenlerin kenar uzunlukları yer almaktadır (Şekil4). Matematikle uğraşanlar yüzyıllardır istediklerini daha anlaşılır hâle getirmek için çizimleri kullanmışlardır, hatta bazı ispatları çizimler yardımıyla yapmışlardır. Tarihi eserlerdeki matematiksel ögelere bakıldığındaysa matematiksel sembollere ve çizimlere muhakkak rastlanır. Çünkü çizimler matematik kavramlarını ve özelliklerini aydınlatırlar hatta doğrudan gösterir.

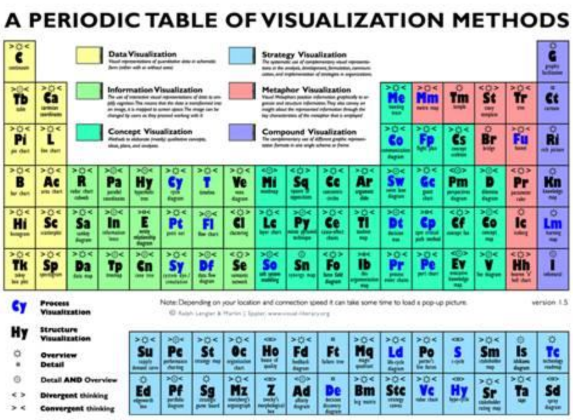
Şekil 4. "Plimpton 322" diye bilinen tablet

Bazı çizimler ise anlaşılması zor ilişkileri anlaşılabilir hale getirirler. Çin'de bulunan bir tarihi eserde; üçgen, dikdörtgen gibi bazı geometrik şekiller, dağ veya ırmak gibi doğada var olan varlıklar kullanılarak gösterilmiştir (Alsina ve Nelsen 2006).

Verilen örneklerde de gördüğümüz gibi zaman içinde birçok matematikçi tarafından görselleştirme tekniği kullanılmıştır. Bu sayede matematiğin gelişimine görselleştirme yaklaşımının etkisinin büyük olduğunu söyleyebiliriz. Fakat görselleştirme yaklaşımı matematik tarihinde her zaman revaçta olan bir teknik değildi. Pisagorcuların görselleştirme yaklaşımına pek sıcak bakmadıkları bilinmektedir. Sadece onların değil 20. yy da yaşayan bazı matematikçilerinde görselleştirmeye sıcak bakmadıkları görülmüştür. Bu şekilde görselleştirmenin etkililiği azaltılmıştır. Bu dönemde görselleştirmeye aldatıcı ve güvenilmez gözüyle bakılmıştır. Görselleştirmenin öneminin büyük olmasına rağmen biçimsel eğilimler 20. yy'ın büyük bir kısmında etkili olmuştur (Şan, 2008).

Son yüzyılda matematikte yaşanan gelişimler doğrultusunda, görselleştirmeye hak ettiği değer tekrardan verilmeye başlanmıştır. Dünyada ve ülkemizde görselleştirme yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır. Dünyanın dört bir tarafından araştırmacılar farklı konularda görselleştirme yaklaşımının matematik eğitimi ve öğretimi üzerinde etkililiğini, görselleştirme yaklaşımının altında yer alan bazı tekniklerin matematik eğitimi üzerindeki etkililiğini incelemişlerdir (Arcavi, 2003; Duval, 2002; Tall, 2004; Guzman, 2002; Stylianou ve Silver, 2004; Delice, 2004; Alsina ve Nelsen 2006; Hanna &Williers 2008; Şan, 2008; Yılmaz, 2011; Koğ, 2012; Takıcak, 2012).

Lengler ve Eppler, 2007 yılında görselleştirme yöntemlerini açıklamak, sınıflandırmak ve düzenlemek amacıyla görselleştirmeyi kullanmışlardır. "Görselleştirmenin görselleştirilmesi" olarak ifade edebileceğimiz çalışmalarında öncelikle yaklaşık 160 tane görselleştirme yöntemi saptamışlardır.



Şekil 5. Görselleştirme Yöntemlerinin Periyodik Tablosu

Daha sonra çeşitli kriterlere göre bu sayıyı 100’e çekmişlerdir. Araştırmacılar görselleştirmenin yöntemlerini görselleştirmede, kimyada yer alan periyodik tablodan esinlenerek bir görselleştirme periyodik tablosu yapmışlardır (Koğ, 2012). Şekil 5’deki tablodan görüldüğü gibi, görselleştirme yaklaşımı birçok metodu ve aracı bünyesinde barındırmaktadır. Matematik de görselleştirme yaklaşımının kullanımı, matematiksel keşif ve matematiği anlama için kapı aralamaktadır.

2.1.3. Matematik Eğitiminde Görselleştirme Yaklaşımında Kullanılan Bazı Yöntemler

Matematikte görselleştirme yaklaşımında kullanılabilecek bir sürü araç gereç, materyal ve yazılımlar bulunmaktadır. Bunların dışında görselleştirme yaklaşımı altında yer alan bazı yöntemler vardır. “*Proof Without Words*” dilimize sözsüz ispatlar diye çevirdiğimiz yöntem ve Origami yöntemi, görselleştirme yaklaşımın altında yer alan yöntemlerden iki tanesidir. Bu araştırmada origami yöntemi ve sözsüz ispat yöntemine yer verilmektedir. Aşağıda bu yöntemler hakkında bilgiler verilmektedir.

2.1.3.1. Origami

Origami; yapıştırıcı ve makas kullanmaksızın bir ya da daha fazla kağıdın katlanmasıyla yeni figürler oluşturma sanatı olarak tanımlanmaktadır. Japoncada “kağıt” ve “katlamak” anlamına gelen iki sözcüğün birleştirilmesiyle “origami” sözcüğü elde edilmiştir. Kendisini meydana getiren sözcüklerden de anlaşılacağı üzere origami kısaca kağıt katlama sanatıdır.

Origaminin kağıdı icat eden Çinliler tarafından bulunduğu söylenmektedir. Fakat origami günümüzde Japonlara ait bir sanat olarak görülmektedir. Bunda Japonların bu sanatı benimseyerek geliştirmelerinin etkili olduğu söylenebilir.

2.1.3.1.1. Origami Çeşitleri

Son dönemde origaminin gelişimi hızlanmış ve birçok yeni origami türü ortaya çıkmıştır. Başlangıçta origami de kullanılan kağıdı, kesmek ya da yapıştırmak ölümcül günah diye adlandırılmaktaydı. Bu yüzden origami de kesme ve yapıştırma işlemlerine izin verilmemekteydi. Hatta son dönemde çıkan bazı origami türlerinde kesme ve yapıştırma işlemlerine de izin verilmektedir. Origaminin başlıca türlerini klasik origami, modüler origami ve ıslak origami olarak sınıflandırabiliriz. Aşağıda bu origami türleri hakkında kısaca bilgiler verilmektedir.

Klasik Origami; Origaminin bu türünde genellikle tek parça kağıt kullanılır. Nadir olarak bir ya da birkaç parçada kullanılabilir. Daha çok hayvan veya eşya motifleri elde edilir.

Modüler Origami; Üç boyutlu geometrik nesnelerin daha kolay yapılmasına izin veren origaminin bu türünde kullanılan parça sayısında bir sınırlama yoktur. Parçalı origami adıyla da anılan bu türde, kullanılan parçaların yerleri değiştirilerek farklı şekiller elde etmek mümkündür. Kullanılan parçalar birbirine eklenerek üç boyutlu oldukça gerçekci origamiler elde edilir.

Islak Origami; Bu teknik origaminin büyük üstatları arasında görülen Akira Yoshizawa tarafından bulunmuştur. Origami genellikle kuru kağıttan yapılmaktadır fakat origaminin bu türünde kağıt ıslatılmaktadır. Çünkü ıslak kağıda şekil vermek daha kolaydır. Bu origami türü kıvrımlı hatlara sahip origami olarak da bilinmektedir.

2.1.3.1.2. Origaminin Tarihsel Gelişimi

Origaminin serüveni ihtiyaç duyduğu tek malzemenin yani kağıdın icat edilmesiyle başlamıştır. Kağıdın Çinliler tarafından M.Ö. 250 yılında bulunmuştur. Origaminin budist rahipler tarafından Japonlara kazandırıldığı düşünülmektedir.

Origami gelişimini Japonya'da sürdürmeye başlamıştır. O dönemlerde kağıt ulaşılması güç bir malzeme olduğundan bu yüzden origami ilk yıllarında zenginler arasında yer edinmişti. O yıllarda hediye kaplamalarında ve dini törenlerde, origami zenginlik göstergesi olarak kabul edilmiştir. Daha sonra kağıt fiyatlarının uygun hale gelmesi ve kağıdın erişilebilirliğinin artması sayesinde origamiyle uğraşan insanların sayısı da artmaya başlamıştır. Böylece origami daha popüler bir hal almıştır. Japonlar tarafından bu sanat dalı o kadar benimsenmiştir ki, bu sanat adını bile Japoncadan almaktadır.

Origaminin batı serüveni ise daha farklıdır. İpekyolu ve İspanyanın Müslümanlar tarafında fethedilmesi Batının origamiyi tanımasında büyük rol oynamaktadır. Müslümanların İspanyayı fethetmesi sayesinde İspanya kağıtla dolayısıyla origami ile tanışmıştır. Müslümanlar inançları gereği insan ve hayvan tasvirinden kaçındıklarından dolayı klasik origami yerine, modüler origamiye yöneldikleri söylenebilir. Modüler origami geometrik desenler ve formlar içeren, birden çok parçadan oluşan bir origami türüdür. Genellikle bu türde farklı geometrik şekiller elde edilebilir.

1900'lü yıllara gelindiğinde ise origami artık okullara ve derslere girmeye başlamıştır. Origami üzerine açılan ilkokulun ismi Unamuna'dır ve İspanya'da Miguel Unamuno (1864-1936) tarafından açılmıştır.

2.1.3.1.3. Origaminin Eğitimdeki Yeri

Origami kendisine neredeyse her alanda yer bulmaktadır. Eğitim alanında ise sahneye 1900'lü yıllarda okullarda öğretilmeye başlanılmasıyla girmiştir. Özellikle son yıllarda eğitim alanında sıkça adına rastlanır hale gelmiştir. Çünkü origami ile öğretimin daha kalıcı olduğu, origaminin öğrenmeyi zevkli hale getirdiği yapılan çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır.

Bireyler öğrenmek için görsel, işitsel ve kinestetik kanalları kullanırlar. Etkili bir şekilde öğrenmenin gerçekleşmesi için çocukların her üç kanalı da kullanmaları gerekir. Bireyler arasındaki öğrenme farkı, bu üç kanalı kullanım derecelerine göre farklılık gösterir. Kanallar ne kadar çok ve etkili kullanılırsa, çocuklar öğrendiklerini o kadar kolay ifade edebileceklerdir. Bu sayede bilgiyi derinlemesine inceleyerek, kendilerini daha rahat hissedeceklerdir (Tuğrul ve Kavici, 2002).

Origami yüzyıllardır, farklı yaşlardan ve meslek gruplarından insanların ilgisini çekmiş ve herkes kendi alanında origamiyi bir şekilde kullanmıştır. Origaminin asıl kullanım alanı şüphesiz insan eğitimi olmalıdır. Çünkü origami yaparak öğrenme işbirlikçi öğrenme, yaratıcı öğrenme, aktif öğrenme, proje tabanlı öğrenme, beyin temelli öğrenme gibi çağdaş öğrenme metotları olarak bilinen metotlarla bağlantılı aktivite temelli bir yöntemdir. Origami üzerine yapılan çalışmalar, origaminin özellikle çocukların motor, zekâ ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesine önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Bu kazançlar planlanmış, düzenli ve sürekli bir origami eğitimiyle gerçekleşebilir (Tuğrul ve Kavici, 2002).

Şüphesiz geometriyi dolayısıyla da matematiği en çok kullanan sanat dallarından birisidir origami. Çünkü kağıt katlarken, bir çok geometrik şekil ortaya çıkmaktadır. Ayrıca origami çalışmalarında üç boyutlu düşünmeye ve parça bütün ilişkisini kavramaya da ihtiyaç vardır. Bu yüzden matematik öğretiminde özellikle de geometri öğretiminde origami yönteminin kullanılması büyük avantajlar sağlayacaktır.

2.1.3.2. Sözsüz İspatlar

Matematiğin soyut yapısından dolayı içinde barındırdığı birçok ispat öğrenciler tarafından anlaşılamamaktadır. Bu yüzden ispatların öğretiminde ülkemizde ve dünyada yeni yaklaşımların etkililiğini inceleyen araştırmalar yapılmaktadır. Sadece yeni yaklaşımların değil daha önce de bilinen yaklaşımların etkililiği de incelenmektedir. İngilizcede "*Proof Without Words*" denilen, dilimizde sözsüz ispatlar olarak alınan bu yaklaşım, adından da anlaşılacağı üzere daha çok matematiksel ifadelerin ispatına yönelik bir yaklaşımdır. Sözsüz ispat; formal bir argümanı kelimelerle ispatlamaksızın matematiksel bir ifadenin ispatını örneklerle açıklayan matematiksel bir çizimdir (Bell, 2011).

Demircioğlu ve Polat (2015), matematik öğretmeni adaylarının sözsüz ispat yöntemi ile ilgili görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma bir durum çalışması olup bir devlet üniversitesinde toplam 57 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. "Alan Eğitiminde Araştırma Projesi" dersi kapsamında öğretmen adayları ile sözsüz ispatlar işlenmiş ve süreç sonunda sözsüz ispatların etkililiği ile ilgili görüşleri alınmıştır. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının sözsüz ispatlarla ile bilgilerin kalıcı olduğunu, somutlaştırdığını, matematiksel formül/ifadelerin daha iyi kavrandığını, konular arası ilişki kurduğunu, verimli olduğunu, yeni bilgiler öğrendiklerini ve öğretim yöntemi olarak da kullanabileceklerini ifade ettikleri göstermiştir.

Sözsüz ispatlar görselleştirme yaklaşımları adı altında anılan yaklaşımlardan biridir. Bu çalışmada Pisagor Teoremi olarak anılan "*Bir dik üçgende dik kenarların karelerinin toplamı üçüncü kenarın (yani hipotenüsün) karesine eşittir*" teoreminin öğretiminde kullanılmıştır. Bu teoremin öğrenimi her ne kadar kolay görünse de, öğrencilerin bu teoremi anlamakta zorlandıkları görülmektedir. Ayrıca teorem zamanla öğrenciler tarafından unutulmakta ya da öğrenciler tarafından problem çözerken teoremin yanlış kullanıldığı durumlar görülmektedir. Bu yüzden bu çalışmada sözsüz ispatlar yöntemi kullanılarak Pisagor teoreminin öğrenciler tarafından keşfedilerek öğrenilmesi, bu sayede öğretiminin daha kalıcı olması amaçlanmıştır.

2.1.4. Matematik Eğitiminde Görselleştirme Yaklaşımında Kullanılan Araçlar

Matematiği somutlaştırmak için birçok araç kullanılabilir. Örneğin rakamları somutlaştırmak ve saymayı öğretmek için herhangi bir nesneler topluluğu kullanılabilir, nesnelerle doğal sayılar birebir eşlenerek öğrencilere sayı ve sayma kavramı rahatça anlatılabilir. Bu sayede soyut bir yapıda olan sayma kavramı günlük hayata transfer edilerek somutlaştırılmış olur. Bu ve bunun gibi örnekler bize görselleştirme yaklaşımın ne kadar bol malzemeye sahip olduğunu göstermektedir.

Somut ifadelerin daha iyi anlaşılmasında, soyut kavramların somutlaştırılmasında, resimler, grafikler, geometrik şekiller veya modeller, kavram karikatürleri ve bilgisayar kullanılabilir. Artık bilgisayar hayatımızın her alanında rahatça erişilebilir olduğundan bilgisayar yazılımları da soyut yapıları somutlaştırmada kullanılabilirler. Bu saydıklarımız görselleştirilme kavramı içinde kullanılabilecek araçlardandır. Öğrenciler bu araçların yani bu materyallerin sayesinde öğrendiklerini günlük hayatlarına daha rahat transfer edebilirler, böylece daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebilirler.

Son dönemde Fatih Projesi kapsamında okullarımızın büyük bir çoğunluğunda akıllı tahtalar yer almaktadır. Bu tahtalarda Geogebra, Capri gibi dinamik geometri yazılımlarının yanı sıra diğer bilgisayar yazılımları da rahatlıkla kullanılabilmektedir. Fakat matematik öğretiminde en yaygın kullanılan materyal ders kitabıdır. Bunların dışında matematik öğretiminde görselleştirmeye hizmet edebilecek olan materyaller arasında; yazı tahtası, manyetik tahta, pano, grafik, şekil, diyagram, model, harita, üç boyutlu modeller ve maketler ve karikatürler yer almaktadır (Şan, 2008).

2.2. Konu İle İlgili Yapılan Araştırmalar

2.2.1. Görselleştirme Yaklaşımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

İpek (2003), görselleştirme yaklaşımının, öğrencilerin karmaşık sayılar ile ilgili kavramlar konusundaki başarılarına, bu kavramları uzun süreli belleklerinde tutmalarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisini, geleneksel ders anlatım yöntemi ile karşılaştırmak amacıyla İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında, aynı öğretim üyesinin ders verdiği iki farklı şubedeki 73 dördüncü sınıf öğrencisiyle çalışmıştır. Sınıflardan biri rastgele seçilerek görselleştirme yaklaşımının kullanıldığı deney grubu olmuştur. Diğer grup ise geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanılacağı kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubunda karmaşık sayılar konusu görselleştirme yaklaşımını esas alan yöntemlerle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri ile işlenmiştir. Çalışmanın sonucunda ise, deney ve kontrol grubundaki öğrenciler arasında karmaşık sayı kavramları başarısı açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olduğu bulunmuştur. Deney ve kontrol grupları arasında öğrencilerin matematiğe karşı tutumları arasında belirgin bir farklılık oluşmamakla birlikte, öğrencilerin karmaşık sayılar ile ilgili kavramları uzun süreli belleklerinde tutmaları üzerinde görselleştirme yaklaşımının önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Konyalıoğlu (2003), görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin vektör uzaylar ile ilgili başarılarına işlemsel öğrenmelerine, kavramsal öğrenmelerine ve matematiğe karşı tutumlarına etkisini, geleneksel ders anlatım yöntemi ile karşılaştırmaktır. Araştırma ilköğretim matematik bölümünde öğrenim gören 103 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Rastgele seçilen iki şubeden biri deney grubu olup bu sınıfta görselleştirme yaklaşımı ile kontrol grubunda ise geleneksek öğretim yöntemi ile ders işlenmiştir. Veriler Lineer Cebir Bilgi Testi, Matematik Tutum Ölçeği ve Bilimsel İşlem Beceri Testi aracılığıyla elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise görselleştirme yaklaşımının vektör uzaylar konusundaki kavramların öğrenciler tarafından anlaşılması konusunda geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin işlemsel öğrenmeleri arasında istatiksel olarak fark yokken, kavramsal öğrenmeleri açısından deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Orhun (2007), 4. sınıf öğrencilerinin kesir konusundaki başarılarını, formal aritmetik ve görselleştirme açısından cinsiyete göre incelemek ve kesir işlemlerinde formal aritmetik ve görselleştirme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yaptığı çalışmasına 41'i kız, olmak üzere toplam 78 öğrenci katılmıştır. Veriler 30 açık uçlu sorudan elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, erkek öğrenciler kesir konusunda formal aritmetik açısından daha başarılı, kız öğrencilerin ise kesir konusunda formal aritmetik de daha başarısız ve görselleştirme açısından başarılarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Araştırmaya göre, kesirler konusunda formal aritmetik ve görselleştirme arasında bir bilişsel eksiklik olduğu bulunmuştur. Genel olarak, tüm örneklem içerisinde kız ve erkek öğrencilerin kesir konusundaki başarılarında anlamlı bir fark olmadığı ve iki grubun da başarısının düşük olduğu görülmüştür.

Tekin (2007), yılında yaptığı çalışmada 9. ve 11. Sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerini karşılaştırmalı olarak incelemiş ve buradan yola çıkarak elde ettiği verilerle genel liselerde uygulanan mevcut geometri programının bu yetenekler yönünden yeterliliğini ortaya koymaya çalışmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin sayısı; 96'sı dokuzuncu sınıf ve 132'si on birinci sınıf olmak üzere toplam 228 dir. Uygulanan testler ise kart döndürme, küp karşılaştırma, kâğıt katlama ve yüzey oluşturma testleridir. Çalışmanın sonucunda ise 9. ve 11. sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme yetenekleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır; fakat uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında 11. Sınıf öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark vardır. Bu bulgular ışığında genel liselerde verilen mevcut geometri programının öğrencilerin zihinde döndürme yeteneklerine bir katkı sağlamadığı sonucuna ulaşılabilir

Şan (2008), 8. sınıf öğrencilerinin "Özdeşlikler" konusu erişilerine görselleştirmenin etkisini incelenmek amacıyla yaptığı çalışmasına iki farklı sınıftan toplam 50 adet 8.sınıf öğrencisi katılmıştır. "Özdeşlikler" konusu kontrol grubuna var olan öğretim yöntemiyle, deney grubuna ise görselleştirilmiş matematik öğretimi kullanılarak işlenmiştir. Verileri, araştırmacı tarafından hazırlanan "Özdeşlikler Başarı Testi"nin uygulanmasıyla toplanmıştır.

Araştırmada elde edilen bulgular ışığında; deney grubu öğrencilerinin “Özdeşlikler” konusunu öğrenmede kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları görülmüştür. Sonuç olarak matematik dersinde görselleştirmeyi kullanmanın başarıyı artırması bakımından var olan öğretim yöntemine göre daha etkili bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

Kakmacı (2009), 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme başarılarının bazı değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek amacıyla çalışma yapmıştır. İlişkisel tarama modeli kullandığı çalışmasına 6.Sınıfta öğrenim gören 1011 öğrenci katılmıştır. Öğrencilere Görsel/Uzamsal Zekâ Ölçeği ve Görsel Yetenek Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda, uzamsal görselleştirme başarılarının cinsiyet, matematik başarısı, geometriye olan ilgi ve görsel/uzamsal zekâ düzeyi açısından anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin uzamsal görselleştirme başarıları ile görsel/uzamsal zekâları arasında pozitif yönlü, anlamlı ancak zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tekin (2010), görselleştirme yaklaşımına dayalı çalışma yapraklarının öğrencilerin trigonometri başarılarına, anlamalarına ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla yarı deneysel bir çalışma yapmıştır. 24 deney ve 26 kontrol grubu olmak üzere toplam 50 lise öğrencisiyle çalışmasını gerçekleştirmiştir. Kontrol grubu trigonometri kavramlarını matematiksel işlemlere ağırlık veren geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrenmiş olup, deney grubundaki öğrenciler ise trigonometri kavramlarını görselleştirme yaklaşımına göre hazırlanmış çalışma yapraklarıyla trigonometriyi öğrenmiştir. Araştırma sonucunda iki grubun trigonometri başarıları ve matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Sonuçlar deney grubu lehine anlamlı fark göstermiştir. Görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin trigonometri kavramlarını anlamalarında geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tekin ve Konyalıoğlu (2010), toplam ve fark formüllerinin görsel şekillerle ispat edilmesi ve bunların diğer araştırmacılara tanıtılması amacıyla yaptıkları çalışmalarında görsel ispatı ve cebirsel ispatı sırasıyla yapmışlardır ve bunlarla ilgili bazı öneriler vermişlerdir.

Koğ ve Başer (2011), görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin matematikte öğrenilmiş çaresizlik düzeylerine ve soyut düşünme becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma deney-kontrol gruplu ön test-son test modeline dayalı deneysel çalışmadır. 8. Sınıfında öğrenim gören toplam 43 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen "Matematikte Öğrenilmiş Çaresizlik Ölçeği" ile "Matematikte Soyut Düşünme Testi" ile toplanmıştır. Çalışmanın sonunda görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin matematikte soyut düşünme becerilerini ve öğrenilmiş çaresizliklerini olumlu yönde etkilediğini görülmüştür.

Yılmaz (2011), matematiksel soyutlama ve genelleme süreçlerinde görselleştirmelerin yerini ve verilen görselleştirmelerin bu süreçlerdeki etkisini incelemek amacıyla bir durum çalışması ortaya koymuştur. Katılımcılara önce soyutlama ve genelleme yapmaya uygun matematiksel durumlar oluşturmuş, daha sonra görselleştirme olarak matematik eğitiminde çok kullanılan bir geometri yazılımı kullandırmıştır. Böylece katılımcıların bu süreçlerde hangi görselleştirmelere yer verdiği, katılımcıların bunları nasıl ortaya koydukları, ne tür görsel imajlara sahip oldukları ve son olarak kullanılan görselleştirmelerin bu süreçlere etkisi ve görsel imajlardaki değişim araştırılmıştır. Veriler ders içi gözlemler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmada katılımcılar ile dört görüşme yapılmıştır. İlk görüşmede, soyutlama sürecinde yer verilen görselleştirmeleri ve görsel imajları incelemek için katılımcılara 4 aşama içinde 9 durum, ikinci görüşmede genelleme süreci için 3 aşama içinde 4 durum verilmiştir. Üçüncü görüşmede soyutlama sürecinde, dördüncü görüşmede ise genelleme sürecinde kullanılan görselleştirmelerin etkisi ve görsel imajlardaki değişimi görmek için durumlarla ilgili görselleştirmeler verilmiştir. Kullanılan görselleştirmelerde Geometers Sketch Pad ve Maple bilgisayar programlarından faydalanılmıştır. Toplanan veriler kodlama teknikleri kullanılarak içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Bulgular, soyutlama ve genelleme yaparken görselleştirmelere sıklıkla ve farklı şekillerde başvurulduğunu ve farklı görsel imajlara sahip olunduğunu ortaya çıkarmıştır. Kullanılan görselleştirmeler kavramlar ve aralarındaki ilişkileri tamamlamada önemli bir role sahip olmuş, süreçlerin gelişimine olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiş ve katılımcıların görsel imajlarını istenilen yönde güçlendirdiği ortaya çıkmıştır.

Arıcı (2012), origami temelli ve geleneksel öğretimin 10. sınıf öğrencilerinin üçgenlerle ilgili bazı temel konularda uzamsal görselleştirme, geometri başarısı ve geometrik akıl yürütmeleri üzerine etkisinin incelenmek amacıyla yaptığı yarı-deneysel çalışmasını 184 onuncu sınıf öğrencisiyle yürütmüştür. 94 öğrenci geleneksel geometri öğretimi görürken, diğer 90 kişilik öğrenci grubu ise origami temelli geometri öğretimi görmüştür. Origami temelli öğretim materyalleri araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneği, Kart Çevirme, Küp Karşılaştırma ve Kâğıt Katlama testleri kullanılarak ölçülmüş olup ayrıca, öğrencilerin geometri başarıları ve geometrik akıl yürütme yeteneklerini değerlendirmek için, araştırmacı tarafından geliştirilen Geometrik Başarı Testi ve Geometrik Akıl Yürütme Testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda origami temelli öğretim gören öğrencilerin uzamsal görselleştirme, geometri başarıları ve geometrik akıl yürütme yeteneklerinde zamana dayalı istatistiksel açıdan anlamlı bir değişiklik olduğu görülmüştür. Araştırmanın sonuçları, origami temelli öğretimin öğrencilerin uzamsal görselleştirme, geometri başarıları ve geometrik akıl yürütme yeteneklerini geliştirmede etkili olabileceğini göstermektedir.

İnce (2012), kırsal bölgelerde ve şehir merkezinde öğrenim gören öğrencilerin dönüşüm geometrisi anlama düzeyleri ve iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme yeteneklerinin incelenmek amacıyla 334’ü kırsalda, 426’sı şehir merkezinde olmak üzere toplam 760, 8. sınıf öğrencisiyle çalışmıştır. Veriler, Soon (1989) ’un geliştirdiği testten yararlanarak oluşturulan dönüşüm geometrisi düzeyleri anlama testi ve Olkun (2003) tarafından geliştirilen iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme testi kullanılarak toplanmıştır. Yapılan analizlere göre; kırsal bölgelerde ve şehir merkezinde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinin, dönüşüm geometrisi anlama düzeyleri çoğunlukla 1. Düzeyde olduğu görülmüştür. Dönüşüm geometrisi anlama düzeyleri ve iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme testinden aldıkları puanlar açısından şehir merkezinde öğrenim gören öğrenciler lehine manidar bir fark elde edilmiştir. Hem kırsal bölgelerde öğrenim gören hem de şehir merkezinde öğrenim gören öğrencilerin iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme yetenekleri ile dönüşüm geometrisi anlama düzeyleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Koğ (2012), görselleştirme yaklaşımı ile yürütülen matematik öğretiminin, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla biri özel, biri resmi olmak üzere iki ilköğretim okulunun 8. sınıfında öğrenim gören öğrencilerin katıldığı bir çalışma yapmıştır. Çalışmada bilişsel özellikler soyut düşünme ve akademik başarı, duyuşsal özellikler ise tutum, başarı güdüsü ve öğrenilmiş çaresizlik boyutları ile incelemeye alınmış olup, deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma uygun, görselleştirme yaklaşımının öngördüğü doğrultuda bir bölümü bilgisayar ortamında olmak üzere uzman görüşlerinin onayıyla hazırlanan nitelikli ve kullanışlı, görsel içerikli ders materyalleri kullanılmıştır. Araştırmada görselleştirme yaklaşımının duyuşsal gelişimi üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla Nazlıçiçek ve Erktin (2002) tarafından hazırlanan "tutum ölçeği", Umay (2002) tarafından hazırlanan 'Başarı Güdüsü' ölçeği ve araştırmacılar tarafından geliştirilen "Matematikte Öğrenilmiş Çaresizlik Ölçeği" kullanılmıştır. Bilişsel boyut ise araştırmacılar tarafından hazırlanan "Cebirsel İfadeler ve Denklemler Başarı Testi" ve "Matematikte Soyut Düşünme Testi" ile ölçülmüştür. Araştırmanın sonucunda resmi okul sonuçları görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını, başarı güdülerini, öğrenilmiş çaresizliklerini, soyut düşünme becerilerini ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Özel okul sonuçları ise görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin tutum, başarı güdüsü ve öğrenilmiş çaresizlikleri üzerinde etkili olmadığını ancak soyut düşünme becerileri ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca matematiğe yönelik tutum, başarı güdüsü, akademik başarı ve soyut düşünme değişkenlerinin birbirleriyle pozitif yönde, öğrenilmiş çaresizlikle ise negatif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır.

Koğ ve Başer (2012), görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin matematiğe yönelik tutum ve matematik başarısına etkisini incelemek amacıyla yaptığı ön test-son test modeline dayalı deneysel çalışmasına ilköğretim 8. Sınıfta öğrenim gören 43 öğrenci katılmıştır. Deney grubunda 21 öğrenci, kontrol grubunda ise 22 öğrenci bulunmaktadır. Veri toplamak amacıyla Nazlıçiçek ve Erktin (2002) tarafından hazırlanan "tutum ölçeği" ile araştırmacılar tarafından geliştirilen "Cebirsel İfadeler ve Denklemler Başarı Testi" kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda görselleştirme yaklaşımının öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını ve başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Turgut ve Yenilmez (2012), ortaöğretim ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında tarama modeli kullanılmışlardır. Pedagojik formasyon eğitimi almakta olan

67 fen-edebiyat fakültesi matematik ve bilgisayar bilimleri bölümü 4.sınıf öğrencisi; ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 85 4.sınıf öğrencisiyle çalışmışlardır. Veriler kağıt katlama ve şekil oluşturma testleri ve kişisel bilgi formu kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerinin oldukça düşük düzeyde olduğu ve cinsiyet, okul öncesi eğitim, akademik başarı ve öğrenim görülen fakülteye göre farklılaşmadığı görülmüştür. Üstelik öğrencilerin kağıt katlama ve şekil oluşturma becerileri arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiştir.

Göktepe ve Özdemir (2013), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğin bileşenlerinden biri olan uzamsal görselleştirme becerilerini SOLO modeli ile incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla 81 öğretmen adayı arasından Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi'ne göre seçilen 6 kişi ile klinik mülâkatlar gerçekleştirilmiştir. Veriler Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ve araştırmacılar tarafından geliştirilen geometri başarı testi aracılığıyla elde edilmiştir. Pilot uygulama sonunda oluşturulan değerlendirme ölçeği yardımıyla, öğrenci cevaplarının SOLO taksonomisine göre hangi düşünme seviyesine girdiği betimsel analiz yapılarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri ağırlıklı olarak SOLO modelinin Çok Yönlü Yapı düşünme seviyesinde olduğu görülmüştür.

Uzun (2013), ilköğretim 6. sınıf matematik dersi "Geometrik Cisimler" konusunda dinamik geometri yazılımlarının bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve bu beceriye ilişkin tutumlarına etkisini incelemek amacıyla karma modelde bir çalışma yapmış, çalışmasını 33 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütmüştür. Nicel kısmında 2x2'lik Split-plot desen, nitel kısmında ise etkinliklerde kullanılan çalışma yapraklarının içerik analizi yapılmış ve uygulama sonrasında öğrencilerle mülakat yapılmıştır. Deney grubunda bilgisayar destekli matematik öğretimi yapılırken, kontrol grubunda ise akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamında ders işlenmiştir. Araştırmanın nicel verileri Matematik Başarı Testi, Uzamsal Görselleştirme Testi ve Uzamsal Düşünme Tutum ölçeğinden elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, bilgisayar destekli öğretim ile akıllı tahta kullanılarak yapılan öğretim, öğrencilerin akademik başarıları ve uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde etkili olurken, öğrencilerin uzamsal düşünme becerisine yönelik tutumları üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Ayrıca bilgisayar destekli öğrenim gören öğrenciler ile akıllı tahtayla öğrenim gören öğrencilerin testlerden almış oldukları son- test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmaz ve Argün (2013), matematik yapma yöntemlerinden biri olan genelleme sürecinde görselleştirmeyi ve önemini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, katılımcıların genelleme yapabilecekleri uygun ortamlar içinde hangi görselleştirmeleri nasıl kullandıkları ve ne tür görsel imajlara sahip oldukları araştırmışlardır. Durum çalışması ile 5 öğretmen adayının katılımcı olduğu araştırmada bulgular, katılımcıların görselleştirmelere sıklıkla ve farklı şekillerde başvurulduğunu ve farklı görsel imajlara sahip olunduğunu göstermiştir. Kullandıkları görselleştirmeler kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkileri tamamlamada önemli bir yere sahip olmuş ve genelleme sürecinin gelişimine tespit edilebilen etkilerde bulunmuştur.

Özkaya, Işık ve Konyalıoğlu (2014), öğrencilerin ispat ve ters örnek üretme yeteneklerini ve matematiksel algılarını belirlemek amacıyla araştırma yapmışlardır. Çalışmayı ilköğretim matematik öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 151 öğrenciyle gerçekleştirmişlerdir. Veriler, beş açık uçlu sorudan oluşan bir test ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda, katılımcıların ispat ve ters örnek yazmada zorluk yaşadıkları görülmüştür. Çalışmanın sonunda ispat gerektiren tüm sorularda öğrencilerin hiçbiri doğru bir ispat süreci geliştirememişlerdir. Problemin çözümü için ters örnek gerektiren sorularda ise, öğrenciler ispat geliştirme sorularına göre daha başarılı olmuşlardır.

Çevik (2015), bilgisayar destekli lineer cebir materyallerinin öğretmen adaylarının derse karşı ilgi ve farkındalıklarına, uzamsal görselleştirmelerine ve memnuniyetlerine etkisini ortaya çıkarmak niyetiyle nitel araştırma yöntemi kullanıldığı çalışmasına ilköğretim matematik 2. Sınıf da öğrenim gören 36 öğretmen adayı katılmıştır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla bire bir görüşmeler ile toplanmıştır. Araştırma sonucuna göre genel olarak öğretmen adaylarının materyallere karşı pozitif görüşlere sahip oldukları kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Lineer cebir dersine yönelik hazırlanan materyallerin öğrenme ortamını olumlu yönde etkilediği ve görselleştirmeyi kolaylaştırdığı düşünülmektedir.

2.2.2. Origami İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Tuğrul ve Kavici (2002), yılında yaptıkları "Kâğıt Katlama Sanatı Origami ve Öğrenme" isimli çalışmalarında, origaminin eğitsel yönden farklı kategorilerde kazançlarından bahsetmişlerdir.

Kavici (2005), yüksek lisans tezinde, okul öncesi dönem çocuklarının görsel algıları, küçük kas becerileri ve matematiksel yeterlilikleri üzerinde origami eğitiminin etkilerini araştırmıştır. Kontrol gruplu deneysel desenin kullandığı araştırmasında, özel bir anaokulunda 5-6 yaşındaki çocuklarla çalışmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre deney grubu öğrencilerinin temel geometri kavramları bilgi seviyelerinin, programa katılmayan çocuklara göre önemli seviyede yükseldiği ve origaminin çocukların zihinsel ve gelişimsel özelliklerine uygun olarak tasarlandığı durumlarda çocukların eğitiminde, origaminin eğitsel bir kaynak olarak kullanılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çakmak (2009), yüksek lisans tez çalışmasında origami-tabanlı öğretimin, öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yeteneklerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Ayrıca çalışmasında ilköğretim öğrencilerinin origami-tabanlı öğretim ile ilgili algılarını da incelemiştir. Özel bir okulda öğrenim gören 38 dördüncü, beşinci ve altıncı sınıf öğrencisiyle çalışmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlardan bazıları şunlardır: öğrenciler origami-tabanlı öğretimin özellikle geometri konularında kendileri için faydalı olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin origami tabanlı öğretimin matematikle doğrudan ilişkili olduğunu belirtiklerini ortaya koymuştur.

Dündar (2012), yılındaki yüksek lisans tez çalışmasında "özdeşlikleri modelleri ile açıklar" kazanımına uygun olarak origami etkinlikleri uygulanmıştır. Bu amaçla bir devlet okulunun 8.sınıf öğrencilerine origami etkinlikleri uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda, origami yardımıyla matematiksel bilginin somutlaştırılabildiği ve bu etkinliklerin öğrencilerin bir takım bilgileri kendilerinin keşfetmelerini sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Takıcak (2012), tez çalışmasında, origami etkinliklerine dayalı öğretimin ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin üçgenler ünitesindeki akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlara etkisini incelemiştir. Bunun için araştırmasını iki ayrı okulda uygulamıştır. 33"ü deney, 32"si kontrol grubu olmak üzere 65 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. Deney grubu öğrencilerine origami etkinliklerine dayalı geometri eğitimi verilirken, kontrol grubu öğrencilerine Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu öğretmen kılavuz kitabındaki etkinlikler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda origami etkinliklerine dayalı geometri eğitimi verilen deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir fark bulunurken, geometri tutum testi için yapılan analizde deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, öğrenciler bundan sonraki hayatlarında origami sanatı ile uğraşmak istediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler uygulanan etkinlikler sırasında zaman zaman kağıtları katlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

2.2.3. Üçgenler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Güngör (2005), araştırmasında deneysel bir yöntem izlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda uygulamalar deney ve kontrol grubu olmak üzere 2 grup üzerine yapılmıştır. Gruplara, öğrencilerin bilişsel farklılıklarını ölçmek amacıyla öntest-sontest, duyuşsal farklılıklarını ölçmek amacıyla ön tutum-son tutum testleri uygulanmıştır. Araştırmada deney grubuna yapılandırmacı yaklaşıma göre eğitim verilirken kontrol grubuna geleneksel eğitim verilmiştir. Araştırmanın bulguları sonucunda deney grubu öğrencilerinin son test başarı puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Bütüner (2006), araştırmasında öntest-sontest kontrol gruplu deney modeli uygulanmıştır. Araştırmasını 40 tane 7. sınıf öğrencisiyle gerçekleştirmiştir. Deney grubunda üçgenler konusu "Vee Diyagramları ve Zihin Haritaları" kullanılarak anlatılırken, kontrol grubunda klasik öğrenim yapılmıştır. Son test için yapılan analizlerden elde edilen bilgilere göre deney grubu öğrencileri lehine gruplar arasında anlamlı bir fark vardır. Araştırmanın sonucunda matematik dersinden korkan öğrencilerin, bu araçları kullanmalarının düşünmelerini sağladığı ve buna paralel olarak önyargılarını yendikleri gözlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin Zihin haritasına ve Vee diyagramına yönelik olumlu tutuma sahip oldukları, fakat bazı öğrencilerin zihin haritası oluşturmanın çok zaman aldığı görüşüne katıldıkları görülmüştür.

Deniz (2009), çalışmasında kontrol gruplu öntest-sontest deney modelini kullanmıştır. Çalışmasını devlete bağlı bir ilköğretim okulunun öğrencilerinden 11'i deney, başka bir ilköğretim okulunda ise öğrencilerinden 39'u kontrol grubu oluşturularak toplam 50 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Yapılandırmacı yaklaşımla geometri öğretiminin, 8. Sınıf öğrencilerinin konu ile ilgili başarılarında ve geometriye yönelik tutumlarında, geleneksel yaklaşımla öğretim gören öğrencilere göre anlamlı derecede artışa sebep olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca araştırmada daha önceleri derse katılmayan öğrencilerin bile etkinliklere zevkle iştirak ettikleri, kitaplarda kural ve formül olarak verilen ifadelerin uygulanan etkinliklerle ezberlenmeden kavranabildiği görülmüştür.

Şataf (2010), çalışmasında öntest-sontest kontrol gruplu deney modelini kullanmıştır. Araştırma, devlete bağlı bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 2 ayrı sınıftaki, 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 23 öğrenci deney, 23 öğrencide kontrol grubunda yer almak üzere, toplam 46 öğrenci yer almıştır. Deney grubu öğrencilerine bilgisayar destekli eğitim verilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre istatistiksel olarak daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan tutum testinin sonucuna göre deney grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Baran (2011), araştırmasını üç ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan toplam 255 öğrenciyle yapmıştır. Öğrencilerin üçgenler ve geometrik cisimler konuları hakkındaki eksik ve yanlış öğrenmeleri ile kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla hazırladığı 20 soruluk testi uygulamıştır. Öğrenciler üst, alt ve orta olmak üzere 3 gruba ayrılarak, grupların hata ve kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Bulgulara göre öğrencilerin üçgenler konusunda birçok kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin yaptığı hatalar incelendiğinde ise yanılgıya sebep olan sorulardan birçoğunun aynı sorular olduğu görülmüştür. Öğrencilerin üçgenler ve geometrik cisimler ile ilgili kavram yanılgıları bulunmakta ve çoğu öğrencinin üçgenlerde açı ile kenar kavramını, geometrik cisimlerde ise var olan kavramları birbirleriyle karıştırdıkları çalışmada görülmüştür.

Sür (2015), araştırmasında günlük konuşma dili ile bir arada kullanılarak eğitim öğretim ortamlarındaki iletişimi sağlayan matematiksel dilin kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan farklı durumları çıkabilir. Bu durumlar betimlenerek etkenlerinin tespit edilmesi ve tanımlanması amacıyla, matematiksel dil temsiller bağlamında ele alınmıştır. Karma yöntemin kullanıldığı çalışma bir durum çalışmasıdır. 336 katılımcı ile parçalı olarak çalışılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında kendine has bir terminolojisi olan matematiğin öğrenciler tarafından bir dil olarak görülmediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada matematiksel nesne kullanımının özenle yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Sembollerin ezberlenmeye çalışıldığı belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada zaman, kişi, tür ve dil öğelerine bağlı değerlendirmeler yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcılar, veri toplama teknikleri, veri toplama araçları, uygulama süreci ve verilerin elde edilmesi, verilerin analizleri ve yorumlanmasına ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada; ortaöğretim dokuzuncu sınıfta üçgenlerin öğretiminde origami ve sözsüz ispatlar yöntemlerinin kullanılması ile ilgili bir öğretim deneyinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın sorularını cevaplamak ya da hipotezlerini test etmek amacıyla araştırmacı tarafından bilerek ve istenerek geliştirilen plan araştırma deseni olarak tanımlanabilir (Büyüköztürk, 2009). Bu yüzden çalışmanın modelinin seçilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada; detaylı bilgiler toplamak için nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yaklaşımları, kişilerin davranışlarını doğal ortamlarında derinden sorgulamayı ilke edinmesi nedeniyle, araştırmacılar bir konuda yoğun ve derin bilgiye ulaşmak için bu yaklaşımı tercih etmektedirler. (Lempp ve Kingsley, 2007). Nitel araştırma; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma şeklinde tanımlanabilir. Nitel araştırma genellemeyi ana amaç olarak görmemektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden öğretim deneyi kullanılmıştır.

Öğretim deneyi *(teaching experiment)* 1970'li yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem araştırmacıların bireylerin zihinsel süreçlerine dahil olmalarını sağladığı için oldukça kullanışlı ve faydalı bir yöntemdir. Bu yöntemde nitel veriler görüşme, gözlem, alan notları ve öğretim bölümlerine ilişkin öğrenme ortamında çekilen video kayıtları ile toplanabilmektedir (Knuth ve Elliot, 1997).

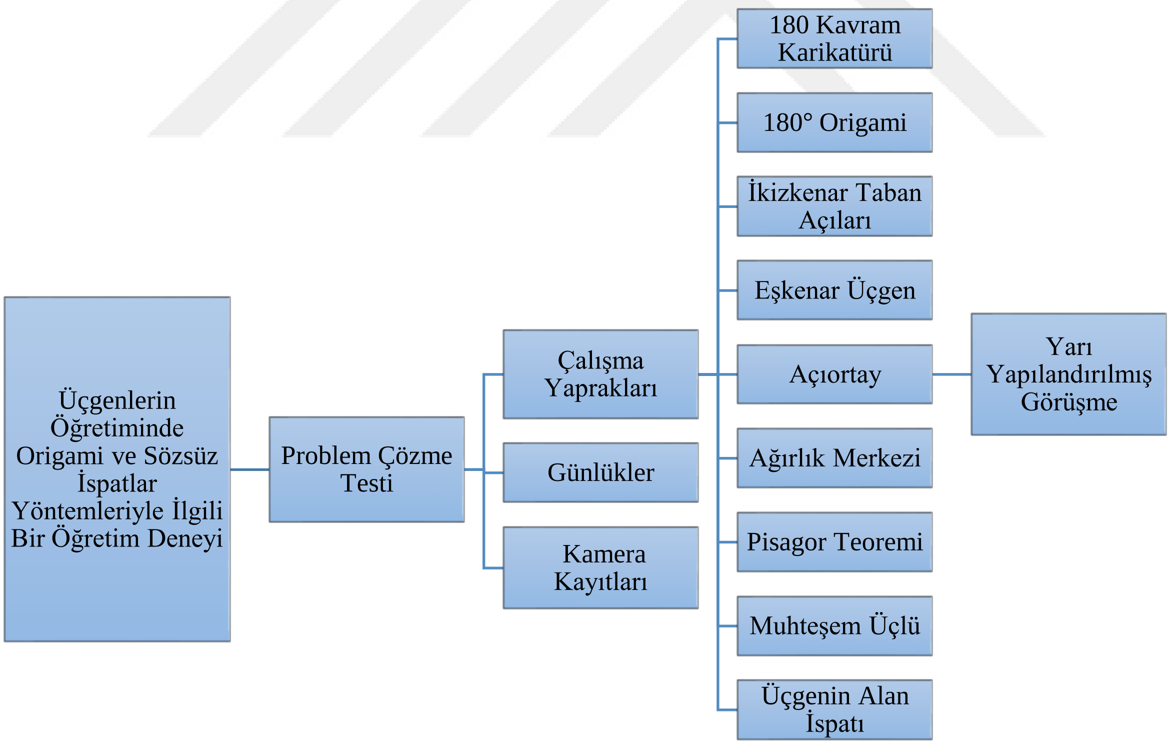
Araştırmacıların öğretim deneyi yöntemini tercih etmelerindeki öncelikli amaçları, öğrencilerin matematiksel öğrenme ve muhakemelerini ilk elden tecrübe etmektir. Öğretim yoluyla elde edilen deneyimler olmaksızın, öğrencilerin matematiksel kavram ve işlemleri nasıl yapılandırdıklarını anlamak bir hayli zor olacaktır. Öğrencilerin sahip oldukları matematik bilgileri, matematiksel etkinliklerle uğraşırken yaptıkları ve söyledikleri ile belirlenebilmekle birlikte, öğretim deneyinde araştırmacıların temel amaçlarından biri öğrencilerin sahip olduğu matematiğe dayanan modeller kurmaktır (Steffe ve Thompson, 2000). Öğretim deneyi dört temel aşamadan oluşan bir döngüye sahiptir. Bu döngüleri sırasıyla;

(1) Araştırmacının varsayımlarına dayalı öğretim sürecini tasarlaması ve planlaması
(2) Öğretim bölümleri olarak adlandırılan sınıf içi uygulamalar
(3) Geçmişe yönelik analizler
(4) Bilişsel yapıların modellenmesi

şeklinde ifade edilebilir. Öğretim deneyinde araştırmacı öğretmen rolü üstlenmekte olup, yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde, çalıştığı bağlamda öğretim gerçekleştirilmektedir (Cobb ve Steffe, 1983). Bu yüzden bu çalışmada da araştırmacı, çalışmanın tüm sürecinde öğretmen kimliğiyle aktif bir rol oynamıştır.

Öğretim deneyi yöntemini matematik eğitimi araştırmacıları için değerli kılan, öğrencilerin zihinsel süreçlerine dahil olmalarını ve bu süreçteki zorlukları görmelerine imkan sağlamasıdır. Araştırmacılar bu yöntem sayesinde öğretim bölümlerinde yeni öğretim programını, yaklaşımını ya da tekniklerini doğal sınıf ortamında uygulayabilir ve öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve kavramsal gelişiminin nelerden etkilendiğini ve nelerin şekillendirdiğini derinlemesine inceleyebilir ve her anlamda öğrencilerin zihinsel sürecine dahil olabilirler (Steffe ve Thompson, 2000). Özellikle matematik eğitiminde kullanılan, öğrencilerin düşünme sürecini betimleme ve yorumlama yolu ile model oluşturma fırsatı veren öğretim deneyi yöntemi, matematik öğrenme sürecindeki zihinsel gelişimleri incelemek için kullanılan bir yöntemdir.

Bu çalışmada araştırmacı yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde origami ve sözsüz ispatlar tekniklerini kullanarak lise 9. Sınıf öğrencilerine üçgenler konusunu öğretim deneyi yöntemine dayalı olarak işlemiştir. Öğretim deneyi, öğrencilerin matematiksel etkinlikleri açıklanması ve keşfedilmesi için dizayn edilmiş bir yöntemdir. Diğer taraftan matematik öğretmenlerinin de öğretim deneyi yöntemini kullanmalarındaki asıl amaçları, öğrencilerinin öğrenmelerini geliştirmektir. Bu açıdan bakıldığında bir öğretim deneyi aynı sınıfta ve ötesindeki öğrenmelerin gelişimine yardımcı, öğretim ile eş zamanlı yürütülen, öğrenme ve öğretme süreçlerinin sınıf içi araştırmasıdır. Bu yöntem bir dizi oturum (öğretim bölümü) içermekte ve her bir oturumda bir öğretim yapan (öğretmen/araştırmacı), bir ya da birkaç öğrenci ve veri kayıt yöntemini içermektedir (Steffe ve Thompson, 2000). Bu araştırmada öğretim yapan kişi araştırmacının kendisidir. Katılımcılar ise Sivas ilinin bir devlet lisesinde öğrenim gören 9. sınıf öğrencileridir. Veriler ise oturumlarda (etkinliklerde) kullanılan çalışma yapraklarından, öğrencilerin tutmuş oldukları günlüklerden ve etkinliklerin kamera ile kayıt altına alınmasından elde edilmiştir. Kullanılan veri toplama araçlarında açık uçlu sorular yer almaktadır. Ayrıca konuyla ilgili derinlemesine bilgi edinmek için; problem çözme testinin sonuçlarına göre seçilen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 6. Araştırma ile İlgili Akış Şeması

Görüşme yöntemi ile tecrübeler, tutumlar, düşünceler, inançlar, yorumlar ve zihinsel algılar ve tepkiler gibi gözlenemeyeni algılamaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Elde edilen veriler araştırmacı ve bir uzman tarafından değerlendirilerek bir takım sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmada kullanılan yapılar yukarıda Şekil 6‘da yer almaktadır.

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu 2015-2016 eğitim-öğretim yılının 2. döneminde Sivas merkezde bulunan Asım Şahin Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi’nin 9.sınıfında öğrenim gören 31 öğrenci oluşturmaktadır. Okul türünden dolayı katılımcıların tamamı bayandır. Araştırmanın uygulanabilmesi için gerekli yasal izinler Sivas İl Milli Eğitim Müdürlüğünden alınmıştır.

Çalışmanın 9. sınıflarda yapılmasının nedeni ise ortaöğretim de birinci kademede üçgenler konusunun en geniş kazanımlarına 9.sınıf matematik öğretim programının geometri alt öğrenme alanında yer verilmiş olmasıdır. Öncelikle araştırmacının matematik derslerine girdiği bir 9. sınıf şubesine Problem Çözme Testi bir ders saati (40 dk.) süresince uygulanmıştır. Bu şubede 31 öğrenci öğrenim görmektedir. Fakat o gün derste 30 öğrenci var olduğu için, Problem Çözme Testi 30 öğrenciye uygulanmıştır. Bu testten elde edilen veriler ve gönüllülük ilkesi göz önüne alınarak 4 öğrenci seçilmiştir. Bu öğrencilerle ilerleyen zamanlarda (çalışmalar bittikten 5 ay sonra) yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler daha önceden oluşturulmuş yarı yapılandırılmış görüşme formu çerçevesinde yürütülerek, katılımcıların uygulanan etkinliklere ilişkin düşüncelerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Katılımcıların Seçimi

Araştırma, okul ile görüşüldükten sonra gerekli izinler alınarak 2015-2016 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde yapılmıştır. Problem çözme testi, 30 öğrenciye uygulanmıştır. Bir öğrenci testin uygulandığı gün okulda bulunmadığı için testi yapamamıştır. Çalışmaya katılan tüm öğrenciler tüm süreç boyunca aynı kalmak kaydıyla Ö1, Ö2, Ö3, … olarak isimlendirilmiştir. Uygulama 1 ders saati sürmüştür. Sorulara verilen yanıtlar incelenerek, yanıtlar “Doğru yanıt” ,”Yanlış yanıt” ve “Yarı doğru yanıt” şeklinde kodlanmıştır. Burada sonuca ulaşan cevaba "Doğru yanıt" denilirken, sonuca ulaşamayan cevaplar "Yarı doğru yanıt" şeklinde kodlanmıştır. Öğrenci yanıtları sınıflandırılarak elde edilen kategoriler aşağıdaki Tablo 1'de yer almıştır.

Tablo 1. Problem Çözme Testi Sonuçları

Soru No	Doğru Yanıt Sayısı	Yarı Doğru	Yanlış Yanıt Sayısı	Boş Bırakan Öğrenci Sayısı
1	-	30	-	-
2	3 (Ö2-Ö23-Ö30)	-	17	10 (Ö5-Ö6-Ö12-Ö14-Ö16-Ö17-Ö21-Ö24-Ö28-Ö29)
3	12(Ö1-Ö3-Ö6-Ö7-Ö8-Ö9-Ö12-Ö14-Ö16-Ö17-Ö19-Ö31)	14	4 (Ö23-Ö24-Ö28-Ö30)	-
4	-	-	Ö30	-

Süreç içinde ve süreç sonunda görüşme yapılacak öğrenciler, problem çözme testinde en az 1 doğru yapan öğrencilerden ve gönüllülük ilkesi ön planda tutularak seçilmiştir. Öğrencilerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örneklemesi kullanılmıştır. Maksimum çeşitlilik örneklemesinde amaç, göreli olarak küçük bir örneklem oluşturmak ve bu örneklemde çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır. Bu örneklem seçimindeki amaç, genelleme yapmak için çeşitliliği sağlamak değildir, tam tersine çeşitlilik gösteren durumlar arasında herhangi ortak ya da paylaşılan olguların olup olmadığını bulmaya çalışmak ve bu çeşitliliğe göre problemin farklı boyutlarını ortaya koymaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Görüşmelerin yapılacağı öğrenci sayısı ise araştırmanın amacına ve verilerin yeterliliğine göre belirlenmiştir. Patton'a (2015) göre nitel araştırmalarda örneklem sayısı ne öğrenilmek istendiğine, araştırmanın amacına, neyin kullanışlı ve güvenilir olduğuna ve araştırmanın süresine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca nitel bir çalışma için ihtiyaç duyulan bilgi miktarının karşılayıp karşılamadığı göz önünde bulundurularak örneklem sayısı belirlenir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler için öğrenci seçimi, uygulaması yapılan gruptaki gönüllü öğrenciler arasından yapılmıştır. Bu seçimde öğrencilerin cinsiyet ve matematik başarı durumları bakımından çeşitlilik göstermesine (yüksek, orta ve düşük) dikkat edilmiştir. Öğrenci seçiminde dikkat edilen unsurlar aşağıda verilmiştir:

1. Öğrencilerin 8.sınıfa ait matematik dersi karne notları
2. Problem Çözme Testinden alınan puan
3. Öğrenci gönüllülüğü

Öğrenci seçiminde 8.sınıfa ait matematik dersi karne notuna bakılmasının nedeni öğrencinin matematik dersine ait başarı durumuna yönelik genel bir bilgi elde etmektir. Problem çözme testinden alınan puana bakılmasının nedeni ise görüşme yapılacak olan öğrenciler hakkında bilgi elde etmektir. Görüşme yapılan 4 öğrenciye ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir. Burada verilen isimler takma isimlerdir.

Tablo 2. Görüşmelere Katılan Öğrencilere Yönelik Bilgiler

Öğrenci	Matematik başarı durumu
Ö1	50
Ö7	50
Ö9	70
Ö27	70

Bu öğrencilerden hepsi problem çözme testindeki ilk soruyu yarı doğru yapmışlardır. 2. Soruda ise hepsi ya boş bırakmış ya da yanlış cevap vermişlerdir. 3. Soruda sadece Ö27 yarı doğru cevap verirken diğerleri doğru cevap vermişlerdir. 4. Soruda ise bu öğrencilerden hiçbiri doğru yanıt vermemiştir. Görüşmelere başlamadan önce öğrencilerle görüşülmüş ve öğrencilerin araştırmanın amacı hakkında bilgilenmeleri sağlanmıştır. Ayrıca belirlenen öğrencilere ve öğrencilerin velilerine, izin almak ve onları bilgilendirmek amacıyla formlar dağıtılmıştır.

3.3. Veri Toplama Teknikleri

Bu çalışmada veri toplama tekniklerinden gözlem ve görüşme yöntemlerinden, doküman analizinden faydalanılmıştır. Nitel araştırma yöntemleri üç kollu bir yapıya benzetilebilir. Bu kollardan biri gözlem, biri görüşmeyken diğer kolda doküman analizi olarak nitelendirilebilir. Doküman analizi, araştırılması hedeflen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Nitel araştırma için doküman incelemesi tek başına bir veri toplama yöntemi olarak kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yapılacak olan çalışma ile ilgili mevcut kayıt ve belgeleri toplayıp belirli norm veya sisteme göre kodlayıp inceleme işlemine doküman analizi denir (Çepni, 2010).

Mülakatların amacı diğer insanların bakış açılarına ulaşmaktır (Patton, 2015). Bu araştırmada dört adet öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin araştırmacıya sunduğu en önemli kolaylık görüşmenin önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürülmesi nedeniyle daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmacı katılımcılarla sınıf ortamında yapılan etkinliklerde gözlemlerde bulunmuştur. Gözlemle elde edilen verilerin amaçları, gözlemlenen olayı; olay içerisinde geçen etkinlikleri, bu etkinliklere katılan insanları ve gözlenen kişilerin bakış açılarından gözlenenleri tasvir etmektir (Patton, 2015). Farklı veri toplama yöntemlerinden yararlanılarak veri çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada origami ve sözsüz ispatlar yöntemleriyle yapılan öğretimle ilgili öğretim deneyini incelemek amacıyla araştırmacılar tarafından uzman görüşleri ve önerileri dikkate alınarak hazırlanan Problem Çözme Testi ve Çalışma Yaprakları kullanılmıştır. Ayrıca çalışmanın verileri öğrencilerin tuttukları günlüklerden, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve uygulama süreçlerinin kamera ile kaydedilmesinden dolayı kamera kayıtlarından da elde edilmiştir. Veri çeşitliliği sağlamak adına, gönüllülük esasına göre araştırmacı öğrencilerden matematik günlüğü tutmalarını istemiştir. Tutulan günlükler dönem sonunda yani tüm uygulamalar bittikten sonra toplanmıştır Ayrıca veri kaybını en aza indirgemek amacıyla süreç kamera kaydına alınmıştır. Katılımcıların etkinliklere yönelik görüşlerini almak için yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama araçlarının geçerli ve güvenilir olması araştırma için son derece önemlidir. Bu yüzden araştırmada kullanılan araçların geçerliliğinin ve güvenilirliğinin sağlanması için bazı çalışmalar yapılmıştır. Araçlar hazırlanmadan önce konuyla ilgili literatür taraması yapılmış, ders kitapları, yardımcı kitaplar ve web sayfaları incelenmiştir. Araçlar hazırlanmadan önce ve hazırlandıktan sonra uzman görüşlerine de başvurulmuştur.

Ayrıca araştırmanın pilot çalışmaları bir adet üniversite öğrencisi ve iki adet ortaöğretim matematik öğretmeni ile yapılmıştır.

Ayrıca her bir uygulama (çalışma yaprakları) ise bir ders saati (40 dk.) süresinde yapılmıştır. Aşağıda bu veri toplama araçları ve araçların gelişim süreçleri hakkında bilgiler verilmiştir.

3.4.1. Problem Çözme Testi

Problem çözme testi, çalışmaya katılan öğrencilerin bir profilini çıkarmak, problem çözme becerilerini ölçmek ve bu sayede süreci derinlemesine incelemek için mülakat yapılacak öğrencilerin seçiminde bir kriter olması amacıyla uygulanmıştır. Bu test 4 problemden oluşmaktadır. Bu problemler Posamentier ve Krulik (1998) kitabından alınmıştır. Seçilen problemler İngilizce olduğundan bu problemler uzman eşliğinde Türkçeye çevrilmiştir. Çeviri yapılırken, Türk dilinin yapısına ve özelliğine dikkat edilmiştir. Soruların orijinalliği yeteri kadar korunmaya çalışılmıştır. Bu teste yer alan problemler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Soru 1: Baştan da sondan da başlandığında aynı okunan sayılara palindrome denir. Örneğin 747 ya da 1991 gibi. O halde 1 ile 1000 (1000 dahil) arasında kaç tane palindrome vardır? (Posamentier ve Krulik, 1998, s.62)

Soru 2: Biri tam 7 dakikada ve diğeri tam 11 dakikada biten iki kum saati vardır. Bunları kullanarak bir yumurtanın tam 15 dakika da pişmesini sağlayabilir misiniz? Yani bu iki saati kullanarak 15 dakikayı ölçebilir misiniz? (Posamentier ve Krulik, 1998, s.26)

Soru 3: Dört evli çift bir sinema kulübüne üyelerdir ve bayanların isimleri şu şekildedir; Aleyna, Bilge, Ceyda ve Eylül. Beylerin isimleri ise Arif, Buğra, Naim ve Zafer'tir. Kim kiminle evli? Aşağıda verilen ipuçlarını kullanarak kimin kiminle evli olduğunu bulabilir misiniz?

(a) Arif, Eylül'ün erkek kardeşidir.

(b) Eylül ve Naim bir zamanlar nişanlıydılar, ancak Eylül şu anki kocasıyla tanıştığında ayrıldılar".

(c) Ceyda'nın bir kız kardeşi vardır, ancak kocası tek kardeştir.

(d) Aleyna, Zafer ile evlidir. (Posamentier ve Krulik, 1998, s.219)

Soru 4: Yıldız kampına izcilik yapmaya 40 kız öğrenci gitmiştir. Kızlardan 14'ü göle düşer, 13'ü ormandaki zehirli sarmaşıklardan dolayı alerji olurlar ve 16'sı yürüyüş yaparken kaybolur. Bu kızlardan 3'ü hem alerji olur hem de göle düşer, 5'i ise göle düştükten sonra yürüyüşte kaybolur, 8 kız alerji olduktan sonra ormanda yürürken kaybolur, 2 kızın başına da her 3 talihsizlik de gelir. Sizce İzci kızlardan kaçı bu kamptan başına kötü bir olay gelmeden kurtulmayı başarabilmiştir? (Posamentier ve Krulik, 1998, s.141)

Bu problemlerden her biri farklı stratejilere yönelik olarak seçilmiştir. Problem Çözme Testindeki sorular bir ders saati (40dk.) süresinde katılımcılara uygulanmıştır. Bu testten elde edilen veriler ışığında dört öğrenci seçilmiştir. Seçilen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır.

3.4.2 Çalışma Yaprakları

9.sınıfta üçgenlerin öğretiminde origami ve sözsüz ispatların etkisini incelemek için bu yöntemlerle öğretimin nasıl yapılacağı üzerinde araştırmacı ve bir uzman çalışmıştır. Daha önce matematik eğitiminde görselleştirme yaklaşımının kullanıldığı çalışmalar, origami ile ilgili yapılan çalışmalar, sözsüz ispatlarla ilgili çalışmalar ve üçgenlerle ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan öğretim yöntemleri ve araçlar, araçların gelişim süreçleri incelenmiştir. Yapılan incelemelerin sonunda çalışma yapraklarının geliştirilmesine karar verilmiştir. Çalışma yapraklarının hazırlanması sırasında ise aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Öncelikle Talim Terbiye Kurulu tarafından yayımlanan "Matematik Dersi, 9-12. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu" incelenmiştir. Bu kılavuzda yer alan 9. sınıf matematik dersi öğretim programının geometri alt öğrenme alanında yer alan kazanımlar listelendi. 9. sınıf matematik ders programında yer alan üçgenler konusuna ait kazanımlar şunlardır:
    a. Bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180°, dış açılarının ölçüleri toplamının 360° olduğunu gösterir.
    b. İki üçgenin eşliğini açıklar, iki üçgenin eş olması için gerekli olan asgari koşulları belirler.
    c. Bir üçgende daha uzun olan kenarın karşısındaki açının ölçüsünün daha büyük olduğunu gösterir.
    d. Uzunlukları verilen üç doğru parçasının hangi durumlarda üçgen oluşturduğunu belirler.
    e. Bir üçgenin bir kenarına paralel olarak çizilen bir doğru diğer iki kenarı kestiğinde bu doğrunun üçgenin kenarlarını orantılı doğru parçalarına ayırdığını (temel orantı teoremi) ve bunun karşıtının da doğru olduğunu gösterir.

f. İki üçgenin benzerliğini açıklar, iki üçgenin benzer olması için gerekli olan asgari koşulları belirler.
g. Üçgenlerin benzerliğini modelleme ve problem çözmede kullanır.
h. Bir açının açıortayını çizer ve özelliklerini açıklar.
i. Üçgenin iç ve dış açıortaylarının özelliklerini gösterir.
j. Üçgenin kenarortaylarının bir noktada kesiştiğini gösterir ve kenarortayla ilgili özellikleri açıklar. Matematik Dersi Öğretim Programı
k. Üçgenin kenar orta dikmelerinin bir noktada kesiştiğini gösterir.
l. Üçgenin yüksekliklerinin bir noktada kesiştiğini gösterir ve üçgenin çeşidine göre bu noktanın konumunu belirler.
m. Dik üçgende Pisagor teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar.
n. Dik üçgende dar açıların trigonometrik oranlarını tanımlar ve uygulamalar yapar.
o. Birim çemberi tanımlar ve trigonometrik oranları birim çember üzerindeki noktanın koordinatlarıyla ilişkilendirir.
p. Üçgende kosinüs teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar.
q. Üçgenin alanını veren bağıntıları oluşturur ve uygulamalar yapar.
r. Üçgende sinüs teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar.

Yıllık plan üzerinde kazanımların ne zaman işleneceği ve süreleri incelenerek alanında, uzman kişilerin görüşlerine başvurularak kazanımlardan bazıları seçilmiştir. Seçilen kazanımlar ise aşağıda yer almaktadır.

i. Bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu gösterir.
ii. Bir açının açıortayını çizer ve özelliklerini açıklar.
iii. Üçgenin kenarortaylarının bir noktada kesiştiğini gösterir ve kenarortayla ilgili özellikleri açıklar.
iv. Dik üçgende Pisagor Teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar.
v. Üçgenin alanını veren bağıntıları oluşturur ve uygulamalar yapar.

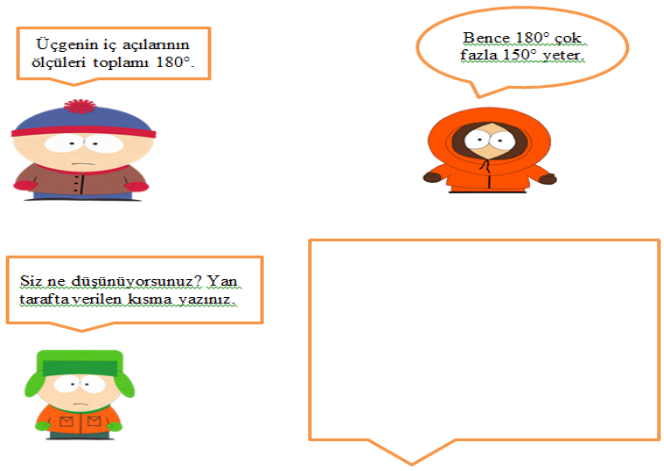
2. Üçgenler, origami ve sözsüz ispat konularında daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları tekrar incelenmiştir.

3. Alanında uzman kişilerin görüşlerine başvurularak, seçilen kazanımlara uygun olacak şekilde Olson (1975) kitabından origami etkinlikleri seçilmiştir. Bu etkinliklerin adımları uzman görüşleri altında düzenlenerek, çalışma yaprakları haline getirilmiştir.
4. Çalışma yapraklarının pilot çalışması bir adet üniversite öğrenci ve iki adet matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen veriler ışığında çalışma yapraklarında bazı değişiklikler yapılmıştır.
5. Daha sonra bu çalışma yaprakları hakkında uzman görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda yapraklara son halleri verilmiştir.

Çalışma yapraklarının her biri farklı kazanıma göre tasarlanmıştır. Her yaprakta etkinlikleri öğrencilerin değerlendirmesi için açık uçlu sorular bulunmaktadır. Aşağıda ise bahsi geçen çalışma yaprakları tanıtılmıştır.

3.4.2.1. Çalışma Yaprağı 1 (180° Kavram Karikatürü)

İlk çalışma kağıdı (Ek 2) iki kısımdan oluşmaktır. Öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamı hakkında var olan ön bilgilerini, görüşlerini, kısacası konuyla ilgili kavram imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır. Üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamının 180^0 olduğu bilgisi "Bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180°, dış açılarının ölçüleri toplamının 360° olduğunu gösterir." kazanımları arasında yer almaktadır. Çalışma yaprağının ilk kısımda kavram karikatürleri kullanılmıştır. Şekil 7'de verildiği gibi yaprakta iki farklı görüşe yer verilmiş ayrıca öğrencilerin görüşleri sorulmuştur.



Şekil 7. Çalışma yaprağı 1 (180^0 Kavram Karikatürü)

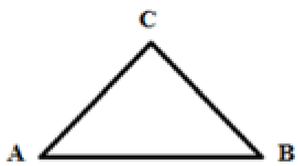
Şekil 7'den görüldüğü gibi ilk konuşma balonun da üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° verilmesine rağmen ikinci balonda 150° olarak ifade edilmiştir ve öğrencilere ne düşündükleri sorulmuştur.

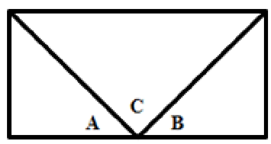
Çalışma yaprağının ikinci kısımda ise öğrencilere "*Bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını bir gönye (açıölçer) kullanmadan bulabilir misiniz? Neden açıklayınız*." sorusu yöneltilmiştir. Bu sorunun amacı origami etkinliklerine geçmeden önce; öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı ile ilgili farklı deneyimleri olup olmadığını veya fikirlerinin ne olduğunu yoklamaktır.

3.4.2.2. Çalışma Yaprağı 2 (180^0 Origami)

Bu araştırmada hedeflenen ilk kazanım "*Bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu gösterir"* dir. Bu çalışma yaprağı ile öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu origami yöntemiyle keşfetmelerini sağlanmıştır.

Ek 3'de görüldüğü gibi etkinlikte herhangi bir üçgenin köşeleri isimlendirilmiş ve 4 adımda köşelerin tabanda birleştirmeleri istenmiştir. Yani öğrencilerin gerekli katlamaları yapıp, Şekil 8 a'dan Şekil 8 b'ye ulaşmaları sağlanmıştır.

a) 

b) 

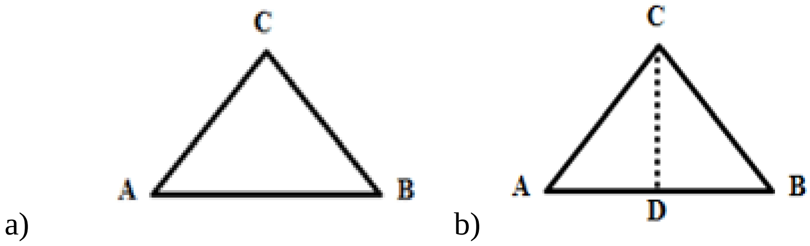
Şekil 8. Çalışma yaprağı 2 (180^0 origami)

Tüm öğrenciler Şekil 8 b'yi yaptıklarında, sınıfa "*Sizce bu durumda A,B ve C açılarının ölçüleri toplamları hakkında ne "söyleyebiliriz?"* sorusu yöneltilmiştir. Bu sayede iç açıların ölçüleri toplamı ile doğru açı arasında ilişki kurması hedeflenmiştir. Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ardından oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bugün öğrendikleri yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.2.3. Çalışma Yaprağı 3 (Origami ile İkizkenar Üçgen)

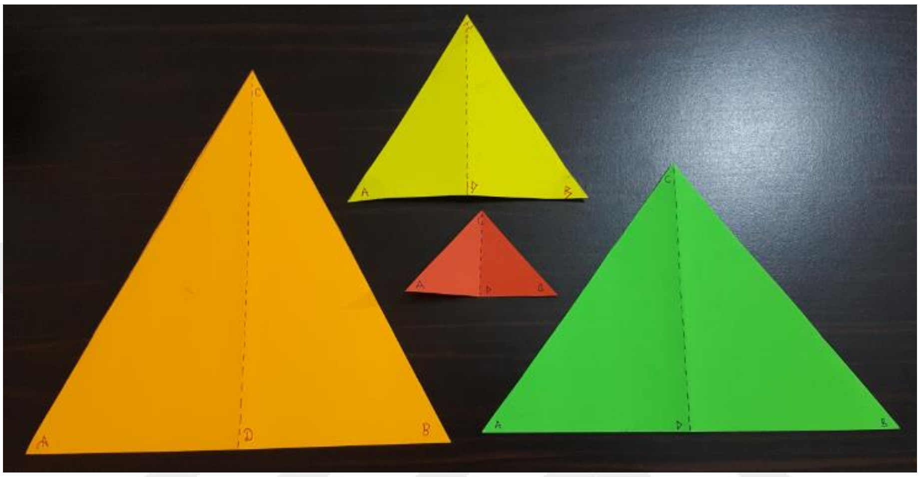
Bu çalışma yaprağı (Ek 4) ikizkenar üçgenin taban açılarının ölçülerinin eşitliğinin origami yöntemiyle bulunmasını sağlayan yönergelerden oluşmaktadır. Bu yaprakta öğretilmek isteneni hedef alan bir kazanım bulunmamaktadır. Fakat diğer kazanımlara ulaşılabilmesi için ikizkenar üçgenin açı özelliğinin kavratılması gerekmektedir. Çünkü ilerleyen etkinliklerde ikizkenar üçgenin eş kenarlarına ait açıların ölçülerinin eşliği özelliği kullanılmaktadır.

Ek 4' de görüldüğü gibi etkinlikte öncelikle öğrencilerden bir ikizkenar çizip kesmeleri istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden üçgenin köşelerini A, B, C ile isimlendirmeleri ve katlayarak AB kenarının orta noktasını bulmaları ve o noktayı D ile isimlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra D ile C den katlayıp Şekil 9 b'ye ulaşmaları sağlanmıştır.



Şekil 9. Çalışma yaprağı 3 (Origami ile İkizkenar Üçgen)

Tüm öğrenciler Şekil 9 b'yi yaptıklarında, öğrencilere "*Sizce A açısının ölçüsü ile B açısının ölçüsü arasında bir bağıntı var mıdır?*" sorusu yöneltilmiştir. Bu sayede ikizkenar üçgende taban açılarının ölçülerinin eşit olduğunu görmeleri hedeflenmiştir. Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ardından oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bugün öğrendiklerini yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

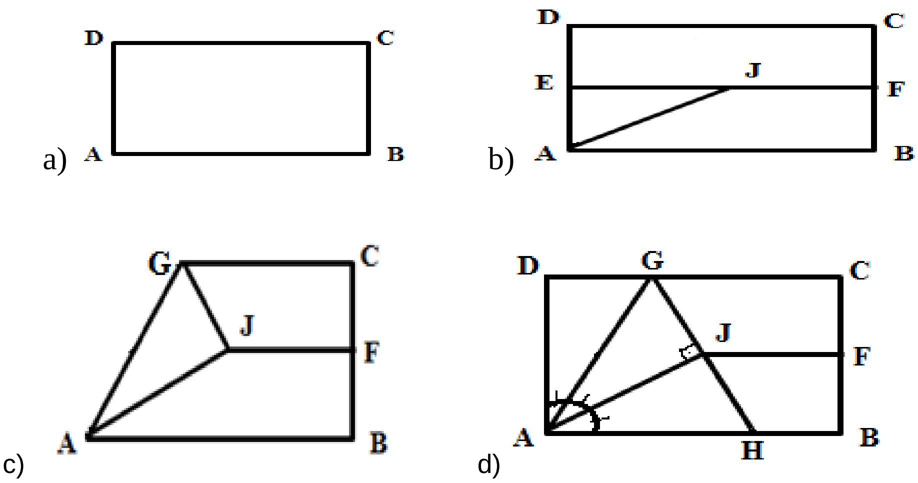


3.4.2.4. Çalışma Yaprağı 4 (Origami ile Eşkenar Üçgen)

Bu çalışma yaprağı 3 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda öğrencilerin eşkenar üçgen ile ilgili var olan bilgilerini ortaya çıkarmak için "*Eşkenar üçgen hakkında bildiklerinizi yazınız*" sorusu yöneltilmiştir. 2. kısımda ise öğrencilere eşkenar üçgenin özellikleri origami yardımı ile somut olarak kavrattırılmak istenmiştir. Bu yüzden 2. kısımda eşkenar üçgenin özelliklerini (iç açılarının ölçülerinin 60° olduğunu ve eşkenar üçgenin her bir kenarının uzunluğunun eşit olduğunu) origami yöntemiyle görmelerini sağlayan yönergeler bulunmaktadır. 3. kısımda ise öğrencilerden etkinlik sonunda öğrendiklerini yazmaları istenmiştir.

2. kısımdaki origami etkinliğinde Ek 5' de görüldüğü gibi öncelikle öğrencilerden dikdörtgen şeklinde bir kağıt almaları ve köşelerini A, B, C, D olarak adlandırmaları istenmiştir. Daha sonra A köşesi ile D köşesi üst üste gelecek şekilde katlamaları istenmiştir. Daha sonra D noktasını EF üzerine katlayarak J noktasını belirlemeleri ve Şekil 10 b'deki gibi A ile J noktasını birleştirmeleri istenmiştir. Daha sonra Şekil 10c'deki gibi G noktasını

belirlemeleri ve en son olarak da Şekil 10 d'deki gibi G ile A'yı ve G ile J'yi birleştirmeleri istenmiştir.



Şekil 10. Çalışma yaprağı 4 (Origami ile Eşkenar Üçgen)

Katlamalar sırasında bazı adımlarda öğrencilere sorular yöneltilmiştir. Örneğin "*Bu AJ doğrusu ile DA kenarının uzunluğunu kıyaslayınız*? (5. Adım)" veya "*Sizce DG uzunluğu ile GJ uzunluğu eşit midir?* (6. Adım)" gibi. Bu soruların amacı o adıma kadar olan katlamalar sonucunda elde edilen kenar ve açılar arasında ilişki kurdurmak, tüm sınıfı aynı anda aynı yere kadar getirmek ve tartışma ile elde edilenleri özetletmektir.

Bu etkinlik önceki çalışma yapraklarından farklıdır. Katlamalar boyunca tüm sınıf etkinliği birlikte yapmışlar ve bazı adımlarla elde edilenler sorular yardımı ile özetlenmiş ve en son adımda elde edilen GAH üçgeninin eşkenar üçgen olduğu verilmektedir.

3. Kısımda tüm süreci göz önüne alarak GAH eşkenar üçgeninin özelliklerini öğrencilerden yazmaları istenmiştir. Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları

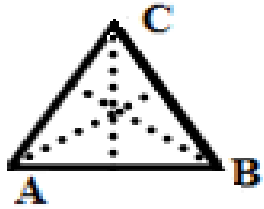
toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bugün öğrendiklerini yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.2.5. Çalışma Yaprağı 5 (Origami ile Açıortay)

Bu çalışma yaprağı "*Bir açının açıortayını çizer ve özelliklerini açıklar*" kazanımına yönelik hazırlanmıştır. Yaprakta bir üçgendeki hem açıortayların hem de açıortayların kesişim noktasının origami sayesinde bulunmasını sağlayan yönergeler yer almaktadır. Öğrencilerin bu sayede açıortay kavramını somut şekilde görmeleri ve daha rahat kavramaları hedeflenmiştir. Ayrıca iç teğet çemberi ile açıortaylar arasındaki ilişkiyi de öğrenmeleri hedeflenmiştir. Bu yüzden çalışma yaprağında iç teğet çemberiyle açıortayların aralarındaki ilişkiye de değinilmiştir.

Bu çalışma yaprağı 3 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda origami etkinliklerine geçmeden önce açıortay ile ilgili farklı deneyimleri olup olmadığını veya fikirlerinin ne olduğunu yoklamak amacı ile *"Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını nasıl belirleyebilirsiniz*?" sorusu yöneltilmiştir. Bu sorunun diğer bir amacı ise önceki origami oturumlarından hareket ederek kendilerinin açıortayların nasıl bulunabileceği ile ilgili fikir üretmelerini sağlamaktır. 2. kısımda ise öğrencilere açıortay origami yardımı ile somut olarak kavrattırılmak istenmiştir. 3. kısımda ise öğrencilerden etkinlik sonunda öğrendiklerini yazmaları istenmiştir.

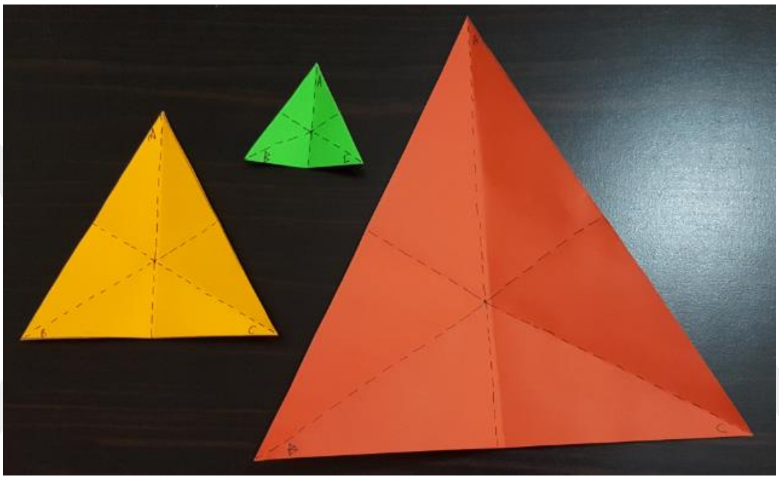
2. kısımdaki origami etkinliğinde Ek 6' da görüldüğü gibi herhangi bir üçgen çizmeleri ve bu üçgeni isimlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra adım adım her bir kenarı diğeri üstüne getirerek Şekil 11'deki gibi açıortayları çizmeleri istenmiştir.



Şekil 11. Çalışma yaprağı 5 (Origami ile Açıortay)

Tüm sınıf bu aşamaya geldikten sonra "Üçgenin iç teğet çemberinin açıortaylar ile ilişkisini varsa belirleyiniz " ve "Bu çalışmadan neler öğrendiniz kısaca yazınız." soruları yöneltilmiştir.

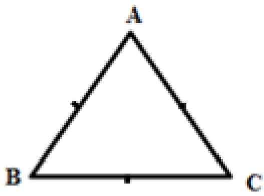
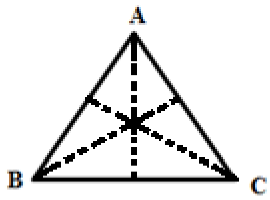
Öğrenciler bu soruları cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ardından oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bu gün öğrendikleri yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.



3.4.2.6. Çalışma Yaprağı 6 (Origami ile Kenarortay)

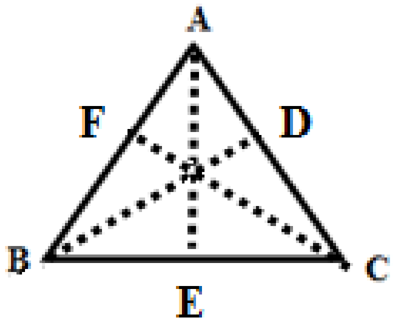
Bu çalışma yaprağı (Ek 7) ; "*Üçgenin kenarortaylarının bir noktada kesiştiğini gösterir ve kenarortayla ilgili özellikleri açıklar*." kazanımının elde edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Yaprak üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısmında bir üçgende kenarortayları ve kenarortayların kesiştikleri noktanın (ağırlık merkezi) origami sayesinde bulunmasını sağlayan yönergeler yer almaktadır.

Ek 7'de görüldüğü üzere öğrencilerden ilk olarak kağıtlarına yapraklarında belirtilen ölçülerde çeşitkenar bir üçgen çizmeleri ve kesmeleri istenmiştir. Daha sonra köşelerini A, B, C harfleriyle isimlendirmeleri, ardından da her bir kenarın orta noktasını cetvel yardımıyla bulmaları istenmiştir (Şekil 12 a).

a)  b) 

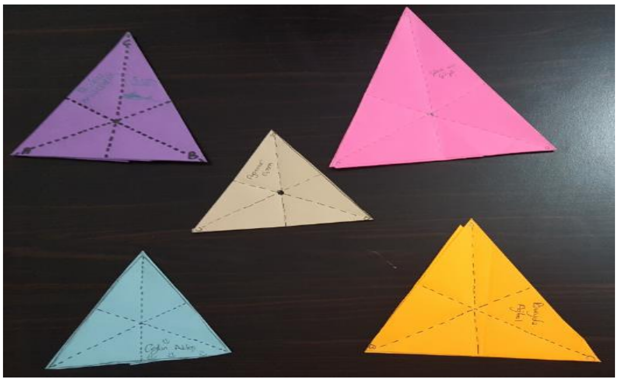
Şekil 12. Çalışma Yaprağı 6 (Origami ile Kenarortay)

Her bir kenarın orta noktasını bu noktanın karşısında bulunan tepe noktasıyla bir hizada olacak şekilde katlamaları ve Şekil 12 b'yi elde etmeleri sağlanmıştır. Tüm öğrenciler Şekil 12 b'yi yaptıklarında, sınıfa "*Çizdiğiniz doğruların kesiştiği noktayı belirginleştiriniz. Üçgeni, bu noktası kaleminizin ucuna denk gelecek şekilde koyunuz. Üçgen dengede midir?*" sorusu yöneltilmiştir. Bu sayede öğrencilerin ağırlık merkeziyle ilgili gözlemde bulunmaları sağlanmış ayrıca öğrencilerin üçgenin ağırlık merkezinde dengede durduğunu keşfetmeleri hedeflenmiştir. Öğrencilerden gözlemlerini bitirdikten sonra yönergelerin son adımını yapmaları istenmiştir. Son adım; "*Çizdiğiniz doğruların kesiştiği noktayı G harfi ile kenarların orta noktalarına da D,E,F harfleri ile şekildeki gibi adlandırınız*." şeklindedir. Bu adımı gerçekleştirdiklerinde öğrenciler Şekil 13 'ü elde etmişlerdir.



Şekil 13. Çalışma Yaprağı 6 (Origami ile Ağırlık Merkezi)

Bu G noktasının üçgenin ağırlık merkezi olduğu; bir üçgende kenarortayların kesiştiği noktaya üçgenin ağırlık merkezi dendiği belirtilmiştir. Ayrıca bu noktanın önemine de değinildikten sonra yaprağın son kısmına geçilmiştir. Son kısımda tüm öğrencilere "*Bu etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız*" sorusu yöneltilmiştir.



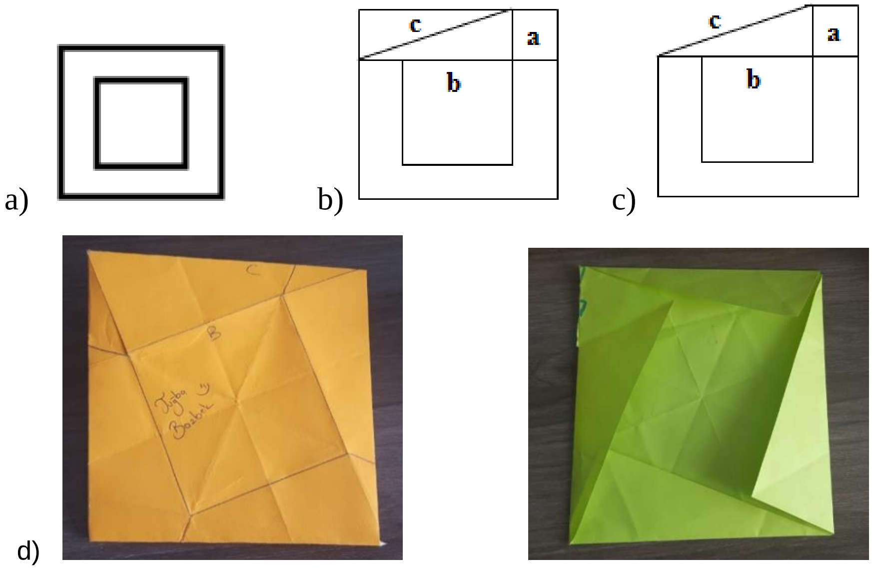
Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ardından oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bu gün öğrendiklerini yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.2.7. Çalışma Yaprağı 7 (Origami ile Pisagor Teoremi)

Bu çalışma yaprağı (Ek8) "*Dik üçgende Pisagor teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar*." kazanımına yönelik hazırlanmıştır. Yaprakta Pisagor Teoremin ispatını origami yöntemi ile bulduran yönergeler yer almaktadır. Bu yönergeler sayesinde kenarları tam sayı olan iki karenin alanlarının toplamının üçüncü bir karenin alanına eşit olduğunu öğrencilerin keşfetmeleri amaçlanmıştır. Bu da Pisagor Teoremi olarak bilinen; "Bir dik üçgendeki iki dik kenarın uzunluklarının kareleri toplamı hipotenüsün uzunluğunun karesine eşittir" teoreminin bir ispatıdır. Öğrencilerin bu sayede Pisagor Teoremini somut şekilde görmeleri ve daha rahat kavramaları istenmiştir.

Çalışma yaprağı 2 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda öğrencilere Pisagor Teoremi origami yardımıyla somut olarak kavrattırılmak istenmiştir. 2. kısımda ise öğrencilerden etkinlik sonunda öğrendiklerini yazmaları istenmiştir.

Origami etkinliğinde Ek 8'de görüldüğü gibi öğrencilerin bir kare elde etmeleri sağlanmıştır. Daha sonra yönergeleri sırayla takip etmeleri istenmiş ve Şekil 14 a'yı elde etmeleri sağlanmıştır. Böylece iç içe geçmiş 2 adet kare elde etmişlerdir. Şekil 14 a'yı elde edildikten sonra öğrencilerden Şekil 14 b'deki işaretlemeleri yapmaları istenmiştir.



Şekil 14. Çalışma Yaprağı 7 (Origami ile Pisagor Teoremi)

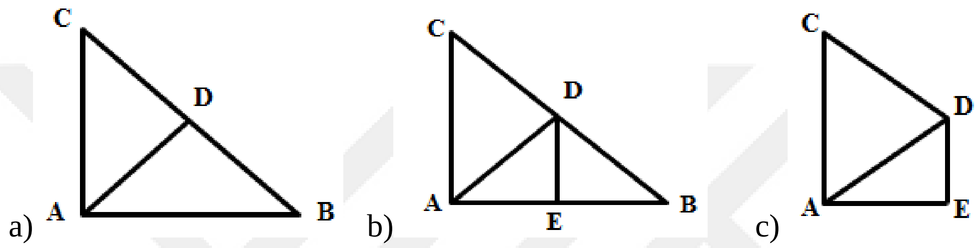
Şekil 14 c' deki gibi kıvırma işlemlerini tüm kenarlara uygulamaları istenmiştir. Bu adım gerçekleştikten sonra elde edilen şeklin resmi Şekil 14 d'de verilmiştir. Tüm adımlar gerçekleştirildikten sonra bir kenarının uzunluğu c olan karenin alanını; bir kenarının uzunluğu a olan karenin ve bir kenarının uzunluğu b olan karenin alanlarıyla ifade edilmiştir. Öğrenciler a karesinin alanı toplamıyla b karesinin alanının toplamının c karesinin alanına eşit olduğunu görmüşlerdir. Böylece $a^2 + b^2 = c^2$ formülünü elde etmiş oldular dolayısıyla Pisagor Teoremini ispat etmişlerdir. Etkinliğin son kısmında öğrencilere "Bugünkü etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız." sorusu yöneltilmiştir.

Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bu gün öğrendiklerini yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.2.8. Çalışma Yaprağı 8 (Origami ile Muhteşem Üçlü)

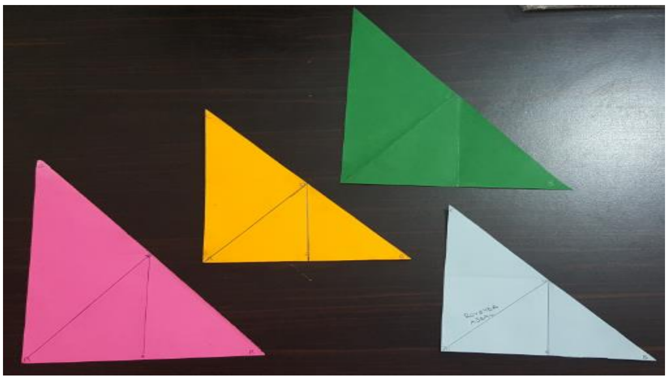
Bu çalışma yaprağı (Ek 9) matematikte "muhteşem üçlü" sıfatıyla anılan; "Bir dik üçgende hipotenüse çizilen kenarortayın uzunluğu hipotenüsün yarısına eşittir" ifadesinin origami yöntemiyle ispatını sağlayan yönergelerden oluşmaktadır. Bu yaprakta öğretilmek isteneni direk hedef olarak alan bir kazanım bulunmamaktadır. Buna rağmen muhteşem üçlü kavramı "Kenarortayla ilgili özellikleri açıklar." kazanımıyla yakından ilişkilidir ve bu kazanımın alt başlığında yer almaktadır. Fakat muhteşem üçlü kavramının öğretilebilmesi için öğrencinin dik üçgen ve dik üçgenin özelliklerini bilmesi gerekmektedir. Bu yüzden dik üçgen konusu işlendikten sonra bu yaprak uygulanmıştır.

Ek 9'da görüldüğü gibi öğrencilerden öncelikle kağıtlarına bir adet dik üçgen çizip kesmeleri istenmiştir. Daha sonra dik üçgenin köşelerini A, B, C harfleriyle isimlendirmeleri, ardından hipotenüsün orta noktasını bulmaları istenmiştir. Daha sonra AD doğrusunu çizerek Şekil 15 a'yı elde etmeleri sağlanmıştır.



Şekil 15. Çalışma Yaprağı 8 (Origami ile Muhteşem Üçlü)

Bundan sonra AB'nin orta noktasını bulup E olarak işaretlemeleri ve Şekil 15 b'deki gibi DE doğrusunu çizmeleri istenmiştir. Ardından BDE üçgenini ED doğrusu boyunca ADE üçgeninin üzerine katlamaları istenmiştir (Şekil 15c). Bu katlama sonucunda BD ve AD doğrusu arasındaki ilişki öğrencilere sorulmuştur. Böylece üst üste katlanan iki kenarın uzunluğunun eşit olduğunu keşfetmeleri sağlanmıştır. Elde ettikleri bu bilgiyi genişletip, muhteşem üçlünün son adımını elde etmelerini sağlamak için tüm sınıfa "*BD, CD ve AD doğrularının uzunluklarının birbirleriyle ilişkisi var mıdır? Varsa bu ilişkiyi ifade ediniz."* sorusu yöneltilmiştir. Bu sayede öğrencilerin verilen üç doğru parçasının uzunluklarının eşit olduğunu keşfetmeleri amaçlanmıştır.



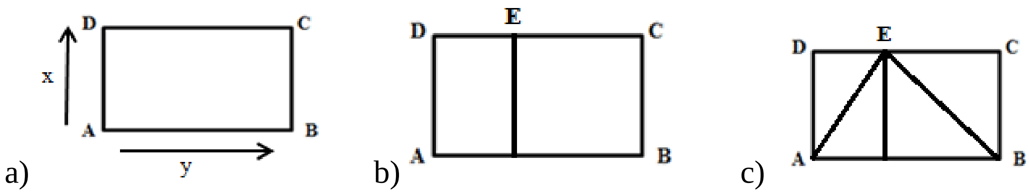
Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ardından oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bugün öğrendiklerini yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk. sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.2.9. Çalışma Yaprağı 9 (Origami ile Dikdörtgenin ve Üçgenin Alanı)

"*Üçgenin alanını veren bağıntıları oluşturur ve uygulamalar yapar.*" kazanımına ulaşmak için hazırlanan bu yaprakta (Ek10) dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki bağıntının origami yardımıyla bulunmasına olanak sağlayan yönergeler yer almaktadır. Burada amaç üçgenin alanını veren bağıntıları öğrencinin kavraması ve bu bağıntıyı kullanarak dikdörtgenin alanı ve dikdörtgenin içine çizilen üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi ifade edebilmelerini sağlamaktır.

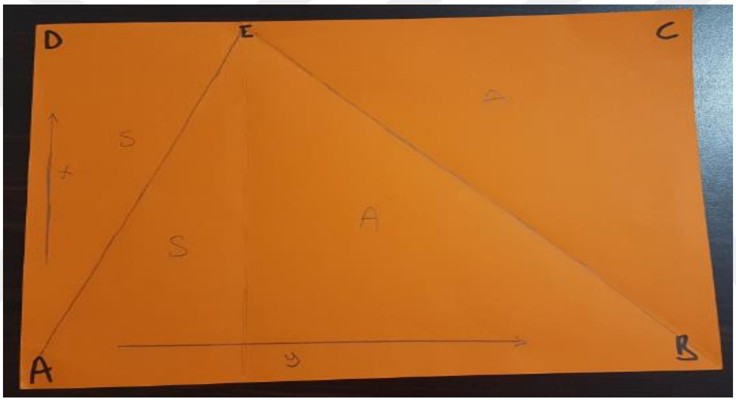
Bu çalışma yaprağı 2 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda origami yardımıyla üçgenin alanı ile dikdörtgenin alanı arasındaki ilişki somut şekilde öğretilmek istenmiştir. Son kısımda ise öğrencilerden etkinlik sonunda öğrendiklerini yazmaları istenmiştir.

İlk kısımdaki origami etkinliğinde Ek 10'da görüldüğü gibi öncelikle öğrencilerden dikdörtgen şeklindeki A4 kağıdını almaları ve köşelerini A, B, C, D olarak adlandırmaları istenmiştir. Dikdörtgenin kısa kenarının uzunluğunu x birim, uzun kenarının uzunluğunu y birim kabul etmeleri istenmiş ve Şekil 16 a'da ki gibi dikdörtgeni kısa kenarını eni boyunca herhangi bir uzunlukta katlamaları istenmiştir. Katladıktan sonra kağıdı tekrar açmaları istenmiştir. Böylece öğrenciler iki farklı dikdörtgen elde etmişlerdir.



Şekil 16. Çalışma Yaprağı 9 (Origami ile Dikdörtgenin ve Üçgenin Alanı)

Ardından Şekil 16 b'deki gibi öğrencilerden elde ettikleri iki dikdörtgenin ortak kenarının üst kısmındaki noktayı E harfiyle isimlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra E ile A noktası arasında ve E noktası ile B noktası arasında bir kat izi olacak şekilde katlama yapmaları istenmiştir (Şekil 16c). Böylece öğrenciler dikdörtgenlerini ikişerli eş üçgene ayırmış oldular. Öğrencilerden bu üçgenlerden küçük olanının alanı S, büyük olan üçgenin alanını A olarak adlandırmaları istenmiştir. Daha sonra öğrencilere dikdörtgenin alanını veren bağıntı hatırlatılmaktadır. Öğrencilerin dikdörtgenle üçgenin alanı arasındaki bağıntıyı keşfetmeleri amacıyla "*8. Adım: ....Dikdörtgenlerin alanlarıyla oluşan üçgenlerin alanları arasında bir bağlantı vardır. Bu bağıntıyı ifade etmeye çalışalım.*" yönergesi sunulmuştur. Böylece öğrencilerin üçgenin alanını ve dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanına eşit olduğunu keşfetmeleri hedeflenmiştir.



Yaprağın ikinci kısmında yani son kısmında öğrencilere etkinlik hakkında görüşlerini ifade etmeleri amacıyla "*Bu etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız.*" sorusu yöneltilmiştir. Öğrenciler bu soruyu cevaplandırdıktan sonra kağıtları toplanmıştır. Daha sonra ne düşündükleri ve neden öyle düşündükleri ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Oturum sonlandırılmıştır. Öğrencilerden bu gün öğrendikleri yapılan etkinlikle ilgili neler düşündüklerini günlüklerine kayıt etmeleri istenmiştir. Bu etkinliği uygulama süresi 40 dk sürmüştür. Tüm süreç kameraya kayıt edilmiştir.

3.4.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Origami ve sözsüz ispatlar yöntemleriyle yapılan öğretimden sonra matematik başarısı açısından farklı seviyede bulunan öğrencilere tüm süreci değerlendirmeleri, uygulanan teknikler hakkındaki duygu ve düşüncelerini öğrenmek ve yapılan etkinliklerini hatırlama düzeylerini öğrenmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin araştırmacıya sunduğu en önemli kolaylık görüşmenin önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürülmesi nedeniyle daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanırken araştırmanın amacına yönelik önemli noktalara değinen, katılımcıların rahat anlayabilecekleri, belirli bir mantıksal sırayı izleyen açık uçlu sorular içermesine dikkat edilmiştir. Alanında uzman kişilerden yardım alınarak ve alan yazında kullanılan benzer formlar incelenerek yapılandırılmış görüşme formu (EK 11) hazırlanmıştır.

3.5. Öğretim Süreci

Bu araştırma, 9. Sınıfta üçgenlerin öğretiminde origami ve sözsüz ispatlar yöntemlerinin kullanıldığı bu öğretim deneyi 2015-2016 eğitim öğretim yılında Sivas ili merkez ilçesinde bulunan Asım Şahin Kız Anadolu İmam Hatip Lisesinin dokuzuncu sınıfında öğrenim gören 31 kız öğrenci ile yürütülmüştür. Bu öğrencilerin hepsi aynı 9. sınıf şubesindendir. Bu sınıfın seçilme sebebi araştırmacının bu şubede matematik derslerine girmesidir. Araştırmacı öğrencileri tanıdığından, ayrıca araştırmacının sınıf iklimine aşina olduğundan öğrencilerin etkinlikleri daha rahat yapacakları düşünülmüştür. Üstelik bu sınıfın seçilmesi sayesinde araştırmacı sınıfı daha rahat gözlemleyebilmiştir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda ilgili literatür incelenmiş, araştırmanın deseni, araştırmada yapılacak öğretim yöntemleri ve kullanılacak yapraklar belirlenmiştir. Bu öğretim deneyi üç aşamadan oluşmuştur. Bu aşamaları şu şekilde sıralayabiliriz; araştırmanın başında uygulanan Problem Çözme Testi, öğretim aşaması (origami ve sözsüz ispatlar yöntemleriyle yapılan oturumlar) ve araştırmanın sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerdir. Öncelikle bu sınıfta öğrenim gören 30 öğrenciye Problem Çözme Testi uygulanmıştır. Önceden açıklanan nedenler ışığında 4 adet öğrenci seçilmiştir. Seçilen bu 4 öğrenciyle, ilerleyen zamanlarda yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Problem çözme testinin ardından tüm sınıfa seçilen kazanımlar doğrultusunda önceden hazırlanan çalışma yaprakları uygulanmıştır. Uygulamalardan önce katılımcılara ihtiyaç duyacakları malzemeler (kağıt, makas vb.) verilmiştir. Çalışma yaprakları öğrencilere dağıtılarak süreç başlatılmıştır. Her uygulama sınıf ortamında bir ders saati (40 dk.) süresince gerçekleştirilmiş olup, uygulamalar uygun şartlar altında video kaydına alınmıştır. Uygulamalara katılan katılımcıların sayıları ve uygulamaların yapılış tarihleri Tablo 3‘de yer almaktadır.

Tablo 3. Uygulamaların yapılış tarihleri ve katılımcı sayısı

Uygulama İsmi	Katılan Kişi Sayısı	Uygulama Tarihi
Problem Çözme Testi	30	05 Nisan 2016
180° Kavram Karikatürü	30	11 Nisan 2016
180° Origami İspatı	30	11 Nisan 2016
İkizkenar Üçgenin Taban Açıları	31	13 Nisan 2016
Eşkenar Üçgen	28	18 Nisan 2016
Açıortaylar ve İç Teğet Çemberi	26	25 Nisan 2016
Kenarortaylar ve Ağırlık Merkezi	28	02 Mayıs 2016
Pisagor Teoremi	27	09 Mayıs 2016
Muhteşem Üçlü	29	11 Mayıs 2016
Üçgenin Alan İspatı	16	16 Mayıs 2016

Veri kaybını en aza indirgemek amacıyla uygulamalar kamera ile kayıt altına alınmıştır. Çalışma yapraklarında yer alan sorulara öğrenciler yazarak yanıt vermişlerdir. Süreç sonucunda öğrencilere dağıtılan çalışma yaprakları ve uygulamadan elde edilen origamiler araştırmacı tarafından toplanmıştır. Uygulama süreçleri bittikten sonra katılımcı gönüllülük esasına göre günlük tutan öğrencilerden günlüklerini toplamıştır. Ayrıca daha önce seçilen 4 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirmiştir. Bu görüşmeler ses kaydına alınmış ve daha sonra deşifre edilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerin sürecin sonunda yapılmasının nedenlerini, öğrencilerin tüm süreci değerlendirmeleri, uygulanan teknikler hakkındaki duyu ve düşüncelerini öğrenmek ve yapılan etkinliklerini hatırlama düzeylerini öğrenmek şeklinde sıralayabiliriz. Öğretim aşaması 10 oturumdan oluşmaktadır. Öğretim aşamasında, çalışma yaprakları öğrencilere uygulanmış, araştırmacı öğrencilerin bu yapraklarda yer alan sorulara verdikleri yanıtlarına ve günlüklerdeki ifadelere bakarak öğrencilerin nasıl düşündüklerini ifade etmeye çalışmıştır.

Öğretim deneyi üç temel aşamayı içeren bir döngü olarak ifade edilebilir. Cobb (2000), öğretim deneyini üç aşamalı bir döngü olarak ifade etmiş ve bu aşamaları öğretim sürecinin tasarlanması ve planlanması, sınıf içinde uygulanması ve geriye dönük analiz olarak belirlemiştir. Oturumlar uygulanmadan önce planlanmış ve tasarlanmış, sınıf içinde uygulanarak geriye dönük analiz edilmiştir. Bu analizler her oturumun sonunda tekrarlanmıştır.

3.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Deney grubuna yapılan origami ve sözsüz ispatlar temelli öğretimlerden sonra, daha önce açıklanan seçim yöntemi ile belirlenen 4 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Bu görüşmelerdeki amaçları matematik başarısı açısından farklı seviyede bulunan öğrencilerin tüm süreci değerlendirmeleri, uygulanan teknikler hakkındaki duyu ve düşüncelerini öğrenmek ve yapılan etkinliklerini hatırlama düzeylerini öğrenmek şeklinde sıralayabiliriz. Öğrencilere görüşmelerden önce görüşmeler hakkında bilgi verilmiş, görüşmenin amaçları anlatılmış ve kendilerinden elde edilen verilerin gizli kalacağı sadece araştırma için kullanılacağı belirtilmiştir. Araştırmacının aynı zamanda ders öğretmeni olması sebebiyle öğrencilerin gayet rahat, kendilerini güven içinde hissettikleri ve rahatlıkla kendilerini ifade edebildikleri gözlenmiştir.

3.7. Verilerin Analizleri ve Yorumlanması

Veri toplama araçlarından elde edilen veriler, araştırmanın problemi ve alt problemleri doğrultusunda analiz edilmiştir. Araştırmada nitel veriler toplandığından; nitel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler daha çok doküman şeklinde olduğundan analiz de doküman analizi şeklinde yapılmıştır. Çalışma yapraklarının analizinde yeri geldikçe içerik analizi kullanılmıştır. Ayrıca mülakatlardan elde edilen bilgiler deşifre edilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Aşağıda Problem Çözme Testinden ve Çalışma Yapraklarından elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği ve yorumlandığına dair bilgiler yer almaktadır.

3.7.1. Problem Çözme Testinin Analizi

Origami ve sözsüz ispat çalışmalarına başlamadan önce; öğrencilere problem çözme testi uygulanmıştır. Bu testin uygulanma amacı; araştırmayı daha derinlemesine incelemek adına yapılacak olan mülakatlar için öğrenci seçilmesidir. Bu test sonucuna göre seçilen öğrencilerle daha sonra yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Problem çözme testi; testin yapıldığı gün sınıfta mevcut olan 30 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilere soruları cevaplamaları için 1 ders saati (40 dk.) süre verilmiştir. Öğrencilerden yanıtlar yazılı olarak alınmıştır. Süre sonunda öğrencilerden cevap kağıtları toplanmıştır.

Uygulama sonunda öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yazılı yanıtlar incelenerek, öğrencilerin doğru-yarı doğru ve yanlış yanıtladıkları soru sayıları belirlenmiştir. Bu yanıtlara göre dört problemden en az 2sini doğru yapan 4 öğrenci belirlenmiştir. Seçilen bu öğrencilerin görselleştirme yaklaşımıyla (origami ve sözsüz ispatlar) üçgenlerin öğretimine ilişkin düşüncelerini ortaya çıkararak daha derinlemesine bilgi edinmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır.

3.7.2. Çalışma Yapraklarının Analizi

Problem çözme testinden sonra daha önce belirtilen tarihlerde öğrencilere çalışma yaprakları uygulanmıştır. Her bir çalışma yaprağı o gün sınıfta mevcut olan öğrencilere uygulanmıştır. Bu yüzden uygulamalara katılan öğrenci sayılarında değişiklikler olmuştur. Çalışma yapraklarında yer alan sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen veriler, bulgular kısmında değerlendirilmiştir. Çalışma yaprakları uygulandıktan sonra toplanmış, sınıfça son aşamanın ne olması gerektiği ile ilgili tartışmalar yapılmış ve oturum sonlandırılmıştır.

Elde edilen veriler daha çok doküman şeklinde olduğundan; verilerin analizi de doküman analizi şeklinde yapılmıştır. Çalışma yapraklarının analizinde yeri geldikçe içerik analizi kullanılmıştır. Öğrencilerin çalışma sonunda elde ettikleri origamiler ise fotoğraflandırılmıştır. İlk aşamada çalışma yapraklarında yer alan ifadeler ve kamera kayıtları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra ise bütün öğrenci yanıtları tek tek incelenerek kodlar oluşturulmuştur, benzer cevaplar bir araya getirilmiştir. Bu kodların ortak özellikleri belirlendikten sonra, kodlar adlandırılarak cümlelere dönüştürülmüştür. Bu sayede bulgularda yer alan kategoriler ortaya çıkarılmıştır. Her çalışma yaprağının kendine özgü kategorileri bulunmakta olup, bu kategorilere ilişkin tablolar bulgular kısmında yer almaktadır.

BÖLÜM IV
BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırmanın problem ve alt problem cümlelerinde yer alan sorular için toplanan verilere dayalı olarak elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar yer almaktadır.

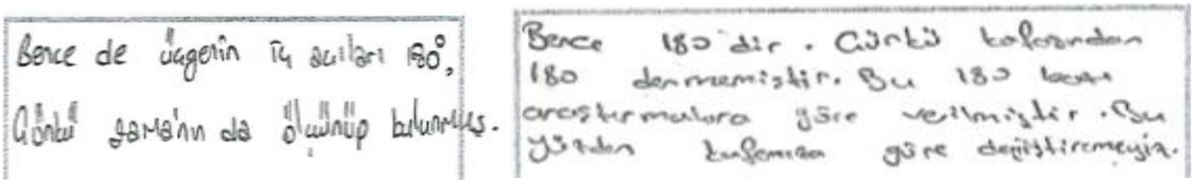
4.1. Birinci Oturumdan Elde Edilen Bulgular (180° Kavram Karikatürü)

Bu oturumda öğrencilere Çalışma yaprağı 1 uygulanmıştır. Oturuma o gün sınıfta olan otuz öğrenci katılmıştır. 1 ders saatinde uygulanmıştır. Öğrencilere veri toplama aracı dağıtılmış ve süreç kameraya kayıt edilmiştir. Tablo 4' de çalışma yaprağında yer alan kavram karikatüründen elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4. "180° Kavram Karikatürü" 'den elde edilen kategoriler

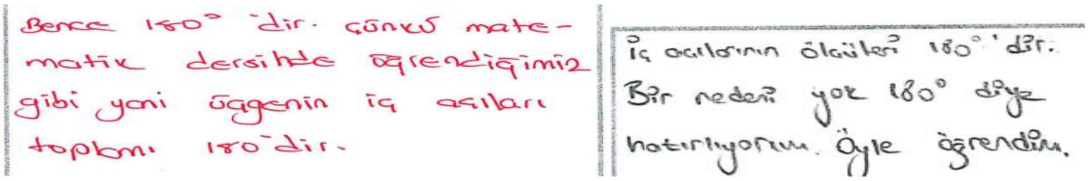
Kategoriler		**f**		**%**
180° yanıtını verenler	Açıklama yok (Ö25)	1	27	%90
	Zamanında 180° bulunmuştur (Ö14,Ö13,Ö23,Ö7,Ö5)	5		
	Bu zamana kadar böyleydi (Ö17,Ö22)	2		
	Öyle öğrendim/Öyle öğretildi (Ö15,Ö20,Ö27)	3		
	180 ideal bir sayıdır.(Ö18,Ö19,Ö11,Ö21,Ö28)	5		
	150 az 180 yeter (Ö10)	1		
	180 sabit bir sayı (Ö30)	1		
	Eşkenar üçgenden dolayı 180° dir. (Ö2,Ö12,Ö16,Ö29)	4		
	İki dik açının ölçüsü toplamı 180° dir. (Ö3,Ö9)	2		
	Üçgenin şekline bağlıdır.(Ö8)	1		
	Çemberin yarısına üçgen çizildiği içindir.(Ö4)	1		
	150° olmalıdır.(Ö26)	1		
160° yanıtını verenler	Ben öyle düşünüyorum. Nedeni yok.(Ö24)	1	1	%3.3
270° yanıtını verenler	Üçgenin üç tane dik açısı vardır.(Ö6)	1	1	%3.3
360° yanıtını verenler	Üçgenin iki açısı 90° üçüncü açısı 180°. (Ö1)	1	1	%3.3
	Toplam	30		%100

Tablo 4’den görüldüğü gibi 27 öğrenci (% 90) yani öğrencilerin çoğunluğu üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu ifade etmişlerdir. Bunların dışında verilen iki görüşe de katılmayan 1 öğrenci 160°, 1 öğrenci 270^0 ve 1 öğrenci de 360° cevabını vermiştir. 180^0 olduğunu ifade eden öğrencilerden 1 öğrenci 180^0 demesine rağmen bir açıklamada bulunmamıştır. 5 öğrenci “*zamanında 180° bulunmuştur*” şeklinde yanıt vermiştir (Şekil17).



Şekil 17. “Zamanında 180° bulunmuştur” kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Şekil 17’den görüldüğü gibi bu öğrenciler üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamının 180^0 olduğunu bilmelerine rağmen neden olduğu hakkında yorum yapamayıp sadece zamanında bilim adamlarının bu şekilde bulduğunu bu yüzden 180^0 olduğunu ifade etmişlerdir. 2 öğrenci ise benzer şekilde bu zamana kadar böyleydi bundan sonrada böyle olacak diye ifade etmişlerdir. 3 öğrenci ise nedeni olmadığını, matematik dersinde üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180^0 olduğunu öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin cevaplarından örnekler Şekil 18’de gösterilmiştir.

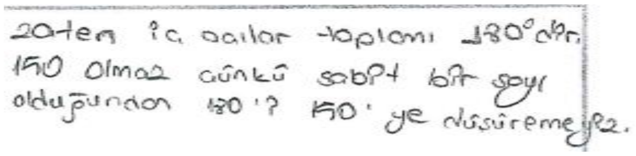


Şekil 18. “Öyle öğrendim/Öyle öğretildi” kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Şekil 18’de görüldüğü gibi bu öğrencilerinde neden 180^0 olduğu hakkında yorum yapamadıkları görülmektedir. 5 öğrenci ise 180 sayısının ideal bir sayı olmasından dolayı iç açılarının ölçüleri toplamının 180^0 olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. İdeal sayı olmasını ise ne az, ne çok yani tam, çift bir sayı, üçgene özel bir sayı, işlemlerde daha rahat kullanılıyor, hesaplaması daha kolay vb. gibi ifadelerle açıklamışlardır.

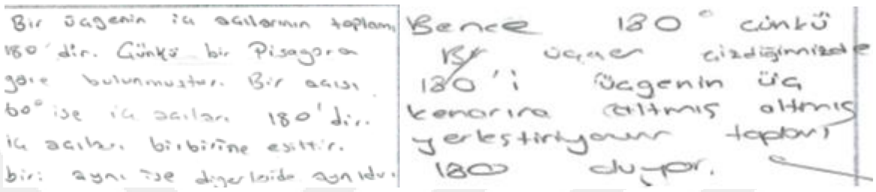
1 öğrenci ise karikatürde verilen 150 ile 180 sayılarını karşılaştırmış birisi 150’nin az olabileceğini bu nedenle 180 olması gerektiğini ifade etmiştir. 180 sayısının ideal olmasına

benzer olarak 1 öğrenci de 180 sayısının sabit bir sayı olduğunu bu nedenle 150 olamayacağını ifade etmiştir (Şekil19).


20-tem iç açılar toplamı 180°dir.
150 olmaz çünkü sabit bir sayı
olduğundan 180'i 150'ye düşüremeyiz.

Şekil 19. "180 sabit bir sayı" kategorisindeki öğrencinin cevabı

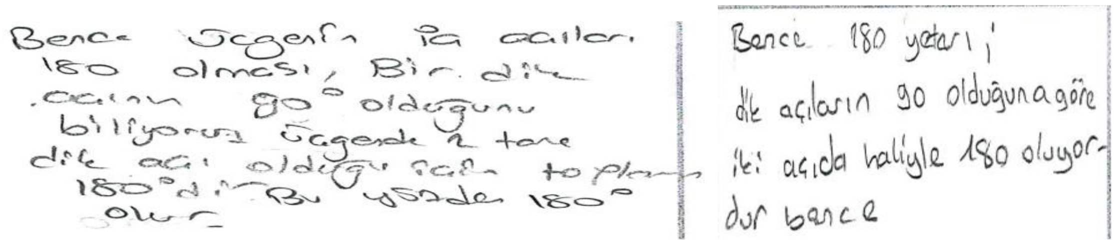
4 öğrenci ise eşkenar üçgen ile ilişki kurarak 180^0 olmasının gerektiğini ifade etmişlerdir.


Bir üçgenin iç açılarının toplamı
180'dir. Çünkü bir Pisagora
göre bulunmuştur. Bir açısı
60° ise iç açıları 180'dir.
iç açıları birbirine eşittir.
biri aynı ise diğerleride aynıdır

Bence 180° çünkü
bir üçgen çizdiğimizde
180'i üçgenin üç
kenarına altmış altmış
yerleştiriyorum toplamı
180 oluyor.

Şekil 20. "Eşkenar üçgenden dolayı 180° dir" kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

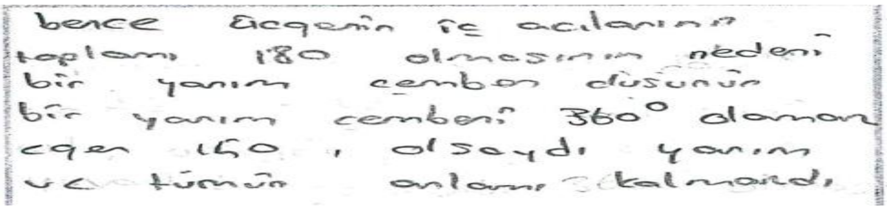
Şekil 20'den görüldüğü gibi bu 4 öğrencinin hepsi de üçgenin üç açısının ölçüsünün birbirine eşit olması gerektiği bu nedenle de 60+60+60=180 olduğundan iç açılarının ölçüleri toplamının 180^0 olduğunu ifade etmişlerdir. 2 öğrenci "*İki dik açının ölçüsü toplamı 180^o olmasından dolayıdır*" şeklinde açıklama yapmışlardır.


Bence üçgenin iç açıları
180 olması, Bir dik
açının 90° olduğunu
biliyoruz üçgende 2 tane
dik açı olduğu için toplamı
180°dir. Bu yüzden 180°
olur

Bence 180 yeterli;
dik açıların 90 olduğuna göre
iki açıda haliyle 180 oluyor-
dur bence

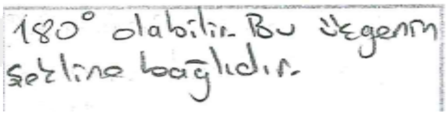
Şekil 21. "İki dik açının ölçüsü toplamı 180^o'dir. "kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Şekil 21'den görüldüğü gibi öğrencilerden 1 tanesi "*Üçgende 2 tane dik açı olduğu için 90+90=180*" cevabını vermiştir. Bu öğrencinin "*Bir dik açılı bir üçgende dik açı dışındaki diğer iki açının ölçüleri toplamı 90^o olmalı*" bilgisinden yola çıkarak "üçgende 2 tane dik açı bulunur" algısına sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Diğer öğrencinin cevabı da benzerdir. Sadece bu öğrenci üçgende iki tane dik açı bulunur şeklinde bir ifade kullanmamış sadece iki dik açısının ölçüsü toplamı olabileceğini ifade etmiştir. 1 öğrenci ise Şekil 22' deki gibi "*Çemberin yarısına üçgen çizildiği içindir*." şeklinde yanıt vermiştir.


bence üçgenin iç açılarının
toplamı 180 olmasının nedeni
bir yarım çember düşünün
bir yarım çemberi 360° olamaz
üçgen 150 , olsaydı yarım
ve tümün anlamı kalmazdı

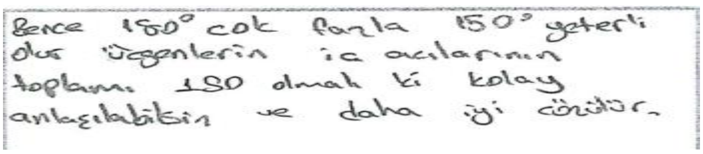
Şekil 22. "Çemberin yarısına üçgen çizildiği içindir" kategorisindeki öğrencinin cevabı

Bu öğrenci yarım çemberin 360^o olamayacağını ifade etmiştir. Bu nedenle 180^0 olduğu aksi halde 150^0 olsa yarım ve tümün anlamı olmayacağı şeklinde açıklamalarından bu öğrencinin yarım çember içine bir üçgen çizilebildiğinden yola çıkarak 180^o olduğunu açıklamaya çalıştığı şeklinde yorumlanmıştır. 1 öğrenci ise 180^o olabilir ama üçgenin şekline bağlıdır şeklinde açıklama yapmıştır (Şekil 23).


180° olabilir. Bu üçgenin
şekline bağlıdır.

Şekil 23. "Üçgenin şekline göre açıların ölçüleri toplamı değişir." kategorisindeki öğrencinin cevabı

Bu düşüncelerin aksine 1 öğrenci ise (Şekil 24) 180^0'nin çok olduğunu ve 150^0'nin yeterli olduğunu ifade etmiştir.

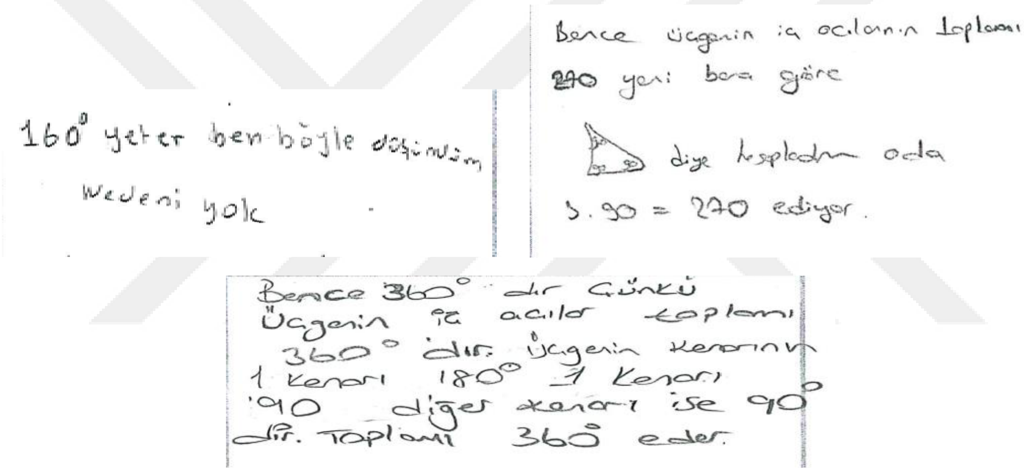

Bence 180° cok fazla 150° yeterli
olur üçgenlerin ic acılarının
toplamı 180 olmak ki kolay
anlaşılabilsin ve daha iyi çözülür.

Şekil 24. "150^0 olmalıdır" kategorisindeki öğrencinin cevabı

Fakat bu şekilde ifade etmesine rağmen Şekil 24'den görüldüğü gibi 180^0 olmasının kolay anlaşılabilen ve daha iyi problem çözülmesi olarak ifade ettiği görülmektedir. Bu öğrencinin neden 180^0 olduğunu bilmediği için herhangi bir sayı alarak işlem yapıldığı gibi bir algısının olduğu söylenebilir. Aslında gerekçeleri verilmeden kurallar yığını olarak matematiği öğretmek kuralların rastgele kabul edildiği şeklinde algılanmasına neden olabildiği şeklinde yorumlanabilir.

Özetlenecek olursa öğrencilerin çoğunluğu üçgenin açılarının ölçülerinin toplamının 180^o olduğunu bilmelerine rağmen neden olduğu ile ilgili net bilgileri olmadığı sadece ya birileri bulduğu için, ya öyle öğrendikleri için ya da 180^o olması gerektiğini ifade ettikleri görülmektedir. Bunlara ek olarak da 180 sayısının ideal bir sayı veya sabit bir sayı gibi algılarının olduğu da görülmektedir. Fakat bazı öğrencilerin eşkenar üçgenden dolayı veya bir üçgende 2 tane dik açı olduğu, üçgenin şekline bağlı olduğu ifadeleri dikkate değerdir.

3 öğrenci ise 180^o yerine 160^o, 270^o veya 360^o şeklinde cevap vermişlerdir. Bu öğrencilerin cevapları Şekil 25’ de verilmiştir.



Şekil 25. 180^o yerine 160^o, 270^o veya 360^o şeklinde cevap veren öğrencilerin yanıtları

Görüldüğü gibi 160^o diye ifade eden öğrenci bir gerekçe sunmamıştır. 270^o diye ifade eden öğrenci üç dik açının ölçüleri toplamı 3.90=270 olmasından hareket etmiştir. Son olarak da 360^o diye ifade eden öğrenci ise bir kenarının 180^0, diğer kenarlarının da 90^o olmasından hareketle 180+90+90=360 şeklinde yazmıştır.

Kavram karikatürü ile birlikte öğrencilere yöneltilen “*Bir üçgenin iç açıları toplamını bir gönye (açıölçer) kullanmadan bulabilir misiniz? Nedenini açıklayınız*.” sorusundan elde edilen bulgulara Tablo 5’ de yer verilmiştir. Bu sorunun amacı öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamının bulunması ile ilgili herhangi bir deneyim yaşayıp yaşamadıklarını veya bir gönye kullanmadan bulunup bulunamayacağı ile ilgili fikirlerini almaktır.

Tablo 5. Çalışma yaprağı 1 kısım 2'deki cevaplardan elde edilen kategoriler

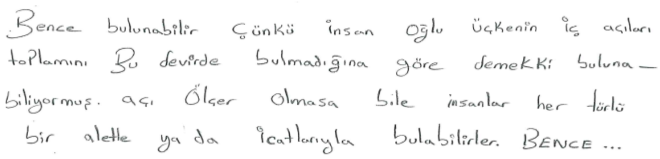
Kategoriler		f		Yüzde
Gönye kullanmadan bulabiliriz	Kural olduğu için biliyoruz.(Ö1,Ö19)	2	22	%73,3
	Toplamı belli (Ö13)	1		
	Formül ile bulunabilir (Ö27,Ö20,Ö5)	3		
	Bir açı bilinirse diğerleri bulunur (Ö2,Ö11)	2		
	İşlem yaparak (Ö16)	1		
	Akıldan yapabiliriz (Ö21)	1		
	Önceden açıölçer yoktu (Ö23)	1		
	Üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirine eşittir 60^o dir. (Ö7,Ö9,Ö12)	3		
	Üçgenin iki dik açısı vardır (Ö3,Ö17)	2		
	Tahmin ederek bulabilirim (Ö8,Ö10)	2		
	Başka şeylerle ölçerim (Ö15).	1		
	Alan yardımıyla bulabilirim.(Ö22)	1		
	Kenar uzunluklarını bilirsem Göz kararıyla bulabilirim.(Ö18)	1		
	Ölçerek bulabiliriz (Ö28)	1		
Gönye kullanmadan bulamayız.	Gönye kullanmadan bulamayız (Ö4,Ö6,Ö14,Ö24,Ö25,Ö26,Ö29,Ö30)	8	8	%26,7
Toplam		30	30	%100

Tablo 5'den görüldüğü gibi öğrencilerin çoğunluğu 22 öğrenci (%73,3) üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını gönye kullanmadan bulabilirim yanıtını verirken 8 öğrenci bulamayız yanıtını vermiştir. 2 öğrenci (Ö1, Ö19) zaten kural olarak biliyoruz ölçmeye bu nedenle de açıölçere ihtiyaç yoktur şeklinde açıklama yapmışlardır. Aynı yaklaşımla bir öğrenci de (Ö13) toplamı belli diye açıklama yapmıştır (Şekil 26).

Şekil 26. Ö13'ün soruya verdiği cevap

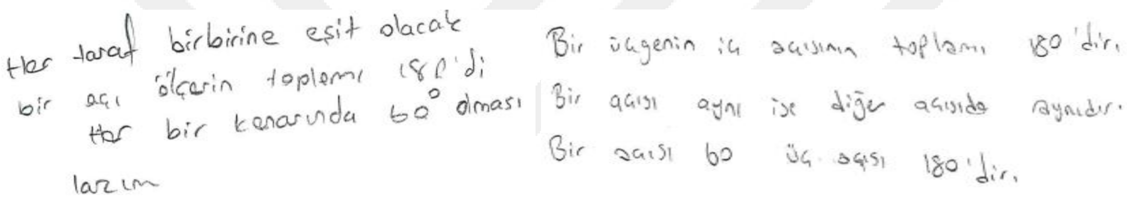
3 öğrenci (Ö27, Ö20, Ö5) ise gönye olmadan formülle bulunabileceğini ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerde diğer öğrenciler gibi iç açıların ölçülerinin toplamının kural olduğunu ve gönye kullanmadan da zaten bilindiği için bulmaya gerek olmadığını düşündükleri söylenebilir. 2 öğrenci (Ö2, Ö11) bir açı bilinirse diğerlerinin bulunacağını, 1 öğrenci de (Ö16) işlem yaparak bulunabileceğini ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin üçgenin verilen açılarından yararlanarak verilmeyenleri bulunduğu problemleri hatırlayarak açıklama yaptıkları söylenebilir. Fakat bu problemlerin çözümünde de üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180^o olduğu bilgisi kullanılmaktadır. 1 öğrenci (Ö21) akıldan yapılabileceğini ifade

ederken 1 öğrenci ise (Ö23) zamanında açıölçer olmadığını ve o zamanda bulunabiliyorsa şimdide bulunabiliyor (Şekil 27) şeklinde farklı bir cevap vermiştir.


Bence bulunabilir çünkü insan oğlu üçkenin iç açıları toplamını bu devirde bulmadığına göre demekki bulunabiliyormuş. açı ölçer olmasa bile insanlar her türlü bir aletle ya da icatlarıyla bulabilirler. BENCE ...

Şekil 27. Ö23’ ün verdiği yanıt

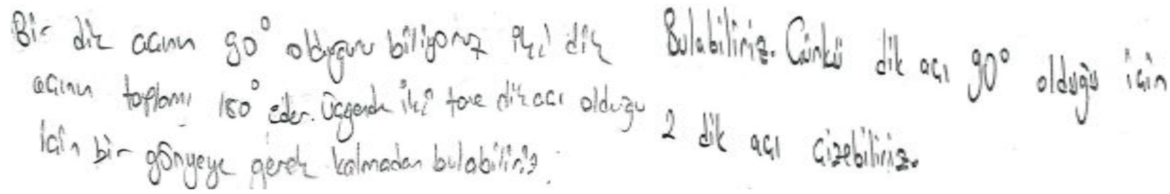
Çalışmaya katılan 3 öğrenci ise “*Üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirine eşittir ve 60°”*‘dir şeklinde yanıt vermiştir. Bu öğrencilerin yanıtlarından örnekler Şekil 28’de verilmiştir.


Her taraf birbirine eşit olacak bir açı ölçerin toplamı 180'di her bir kenarında 60° olması lazım

Bir üçgenin iç açısının toplamı 180'dir. Bir açısı aynı ise diğer açısıda aynıdır. Bir açısı 60 üç açısı 180'dir.

Şekil 28. “Üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirine eşittir” kategorisindeki öğrenci cevapları

Bu öğrencilerin yanıtları incelendiğinde eşkenar üçgenin özelliklerini diğer üçgenlere genelledikleri görülmektedir. 2 öğrenci (Ö3,Ö17) ise üçgenin iki tane dik açıya sahip olduğunu belirtmişlerdir (Şekil29). Bu öğrencilerden her ikisi de iki dik açıyla oluşturulabilecek üçgen çizilebileceğinden bahsetmişlerdir.


Bir dik açının 90° olduğunu biliyoruz iki dik açının toplamı 180° eder. Üçgende iki tane dik açı olduğu için bir gönyeye gerek kalmadan bulabilirim.

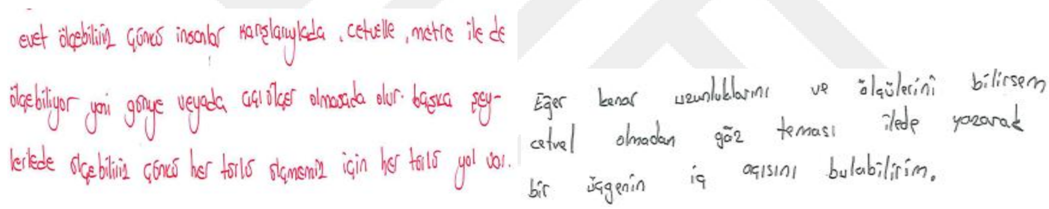
Bulabilirim. Çünkü dik açı 90° olduğu için 2 dik açı çizebilirim.

Şekil 29.” Üçgenin iki dik açısı vardır.” kategorisindeki öğrenci cevapları

2 öğrenci ise “*Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını tahmin ederek bulabilirim”* yanıtını verdikleri görülmüştür. Bu iki öğrenci de neye göre ya da nasıl tahmin edebildiklerini açıklamamışlardır (Şekil30).

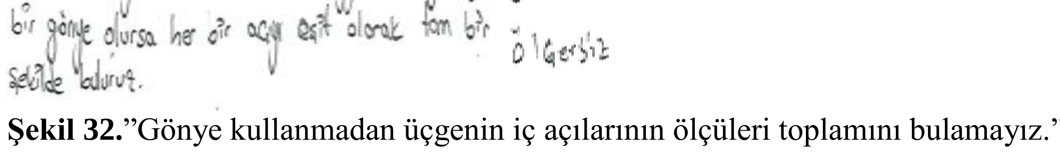
Şekil 30.” Tahmin ederek bulabilirim.” kategorisindeki öğrenci cevapları

“Başka şeylerle ölçerim” yanıtını veren öğrencinin (Ö15) açı ölçüsünü bulmayı kenar uzunluğu ölçmeye benzettiği veya açının ölçüsünü de cetvelle ölçebileceğini düşündüğü söylenebilir. Gönye ile açının ölçüsünü bulma deneyimleri ilkokul 4. Sınıfta yer alan bir kazanımdır. Bu sınıf seviyesinde yer alan kazanım “*Standart açı ölçme araçları kullanarak, ölçüsü verilen açıyı oluşturur. Açı ölçmeye yarayan araçlarla (iletki, gönye, pergel, vb.) açının oluşumunda dönmenin etkisi sezdirilir.*” şeklindedir. Dolayısıyla bu öğrencinin böyle bir deneyim yaşamadığı söylenebilir. “*Alan yardımıyla bulabilirim*” şeklinde yanıt veren öğrencinin alanı kullanarak üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını nasıl bulabileceğini açıklamadığı için yorum yapılamamıştır. *“Kenar uzunluklarını bilirsem göz kararıyla bulabilirim”* şeklinde yanıt veren öğrencinin açıklamasında, üçgenin kenar uzunlukları bilinirse göz kararıyla iç açıların ölçüleri toplamının bulunacağı yer almıştır (Şekil31).



Şekil 31.” Cetvelle ölçerek bulabilirim” “Göz kararıyla bulabilirim.” diyen öğrencilerin cevapları

Tablo 5’den görüldüğü gibi 8 öğrenci (%26,7) gönye kullanmadan üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını bulamayacaklarını ifade etmişlerdir. Yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin cetvel ve diğer araçlar onun için yapılmış, kendi kafamızdan bulamayız, sayı veya rakam olmadan bulunamaz, doğru sonucu bulamayız gibi gerekçeler sundukları görülmüştür (Şekil32).



Şekil 32.”Gönye kullanmadan üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını bulamayız.” kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Hatta bir öğrenci ben yapamam matematikte kendime güvenmiyorum diye yanıt vermiştir. Bu öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu göz ardı ettikleri ya da bilmedikleri söylenebilir.

Bu oturumdan elde edilen bulgular özetlenecek olursa 27 öğrenci (% 90) yani öğrencilerin çoğunluğu üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu ifade etmişlerdir. Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olması ortaokul 5. Sınıfta yer alan bir kazanımdır. Kazanım öğretim programında şu şekilde yer almaktadır: "*Üçgen ve dörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamını belirler ve verilmeyen açıyı bulur.*" Daha sonra bu bilgi (kazanım) daha üst sınıflarda da kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu kademedeki öğrencilerin bilgi olarak bilmesi beklenmektedir. Buna rağmen 160°, 270° ve 360° cevaplarının gelmesi önemli bir bulgudur. Ayrıca görüldüğü gibi öğrencilerin çoğunluğu 180° demesine rağmen neden böyle olduğu ile ilgili bir açıklama yapamamışlardır. 2. kısımda yöneltilen soruda da gönye kullanmadan öğrencilerin çoğunluğu gönye kullanmadan bulabilirim demesine rağmen nasıl bulunabileceği ile ilgili bilgileri olmadığı ya da böyle bir deneyim yaşamadıkları görülmektedir.

4.2. İkinci Oturumdan Elde Edilen Bulgular (180° Origami)

Bu oturumda üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının origami yöntemiyle ispatının keşfettirilmesinin hedeflendiği çalışma yaprağı (Ek 3) uygulanmıştır. Bu oturuma 30 kişi katılmıştır. Origami talimatlarıyla başlayan çalışma yaprağının son kısmında üçgenin A, B ve C açılarının ölçülerinin toplamlarıyla ilgili öğrencilerin düşünceleri sorulmaktadır.

Araştırmacı talimatları tüm sınıfla aynı anda yapmıştır. Bu sayede bütün öğrencilerin aynı anda aynı adımı yapmaları sağlanmıştır. Öğrenciler başlangıçta kağıt katlamada, yönergeleri anlamada sıkıntılar yaşamışlardır. Sınıf kalabalık olduğundan arka sıradaki öğrenciler talimatları anlamakta güçlük yaşadıklarını, katlamada zorluk yaşadıklarını dile getirmişlerdir. Araştırmacı katlamada ufak tefek sıkıntı yaşayan öğrencilerin kağıtlarını katlamalarına yardım etmiş ve süreç boyunca yeri geldikçe nasıl katlayacakları ile ilgili yönlendirmelerde bulunmuştur. Etkinlik sırasında öğrencilerin kağıt katlamada sıkıntı yaşamalarının nedeni; öğrencilerin origami konusunda önceden bir deneyim yaşamamış olmalarına bağlanmıştır. Çünkü ilerleyen etkinliklerde, öğrencilerin origami tecrübeleri artıkça, bu tip sorunlar süreç içinde azalmıştır.

Son aşamada yöneltilen *"A, B ve C açılarının ölçüleri toplamları hakkında ne söyleyebiliriz?"* sorusuna öğrenci yanıtlarından elde edilen cevaplar benzerliklerine göre kategorilendirilmiş ve bu kategoriler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. 180^0 origaminin son aşamasından elde edilen kategoriler

Kategoriler		**f**		**%**
A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 180° 'dir.	Açıklama yapmayanlar (Ö21,Ö29)	2	15	%50
	Tahmin ediyorum.(Ö6,Ö26)	2		
	Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir. (Ö16,Ö19,Ö20,Ö27)	4		
	Doğru açının ölçüsü 180°dir. (Ö7,Ö12,Ö1)	3		
	Açıların ölçüleri birbirine eşittir.(Ö10,Ö30)	2		
	A ve B eşittir (Ö5,Ö11)	2		
A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 60° 'dir.	Her bir açının ölçüsü 20° dir (Ö8)	1	1	%3.3
A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 160° dir.	Rastgele değer verme (Ö15)	1	1	%3.3
A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 360° dir.	A ve B açılarının ölçülerini 90°,C açısının ölçüsünü ise 180° kabul etme (Ö4,Ö22,Ö24,Ö25,Ö3,Ö9,Ö17,Ö18)	8	8	%26,7
Cevap yok	Bulamadım.	5	5	%16,7
Toplam		30	30	%100

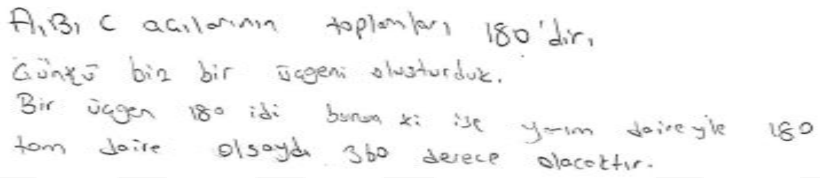
Tablo 6'dan görüldüğü gibi 15 (% 50) öğrenci 180° yanıtını vermişlerdir. 180° yanıtını veren öğrencilerden 2 tanesi yalnızca 180° demiş fakat herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Bu iki öğrenci de kavram karikatüründe 180° cevabını vermiştir. Fakat Ö21 kavram karikatüründe de "*180 ideal bir sayı*" derken Ö29 ise "*Eşkenar üçgenden dolayı 180°* dir" kategorosinde cevap vermişlerdir.

2 öğrenci ise 180° olduğunu tahmin ettiklerini belirtmişlerdir. Bu öğrencilerden birisi kavram karikatüründe 270° yanıtını veren (Ö6) öğrencidir. Diğeri ise (Ö26) ise 180° olduğunu ifade etmesine rağmen "*150^o olmalıdır*" kategorisinde cevap vermiştir. Burada özellikle Ö6'nın önceki oturumda 270 olmasını ifade ederken bu oturumda 180 olmasını tahmin etmesi önemli bir bulgudur.

"*Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180°'dir.*" şeklinde yanıt veren öğrenci sayısı ise 4'dür (Şekil33). Bu öğrenciler A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı yerine daha genel bir ifade olan "*Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180°'dir.*" yanıtını verdikleri için ön bilgileri doğrultusunda cevap verdikleri söylenebilir. Gerçekten bir önceki oturumda da bu öğrenciler 180 cevabı vermiş ve cevapları da "*Eşkenar üçgenden dolayı*" (Ö16), "*180 ideal bir sayıdır*" (Ö19), "*Öyle öğrendim/Öyle öğretildi*" (Ö20, Ö27) kategorilerinde yer almıştır.

Şekil 33."Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180°'dir." yanıtlarından örnekler

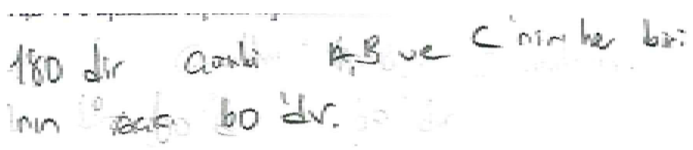
3 öğrenci ise (Ö7, Ö12, Ö1) A, B ve C açılarının birleşimi ile doğru açı arasında ilişki kurmuştur. Hatta bunlardan birisi yarım daire ile 180° olduğunu daire olsaydı 360 derece olurdu diye de devam ettirmiştir (Şekil34).



Şekil 34. "Doğru açının ölçüsü 180°'dir." kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

Şekil 34'de gösterilen yanıt Ö12'ye aittir ve bu öğrenci ilk oturumda "*Eşkenar üçgenden dolayı 180° dir*" kategorisinde yanıt veren öğrencidir. Bu öğrenci kavram karikatüründe eşkenar üçgenden dolayı 180^0 olduğunu ifade ederken, origami ile yaptığı etkinlik sonunda doğru açı ile ilişki kuran iki öğrenciden birisidir. Bu önemli bir bulgudur. Diğer öğrenci ise (Ö7) "*Zamanında 180° bulunmuştur.*" kategorisinde cevap vermiştir.

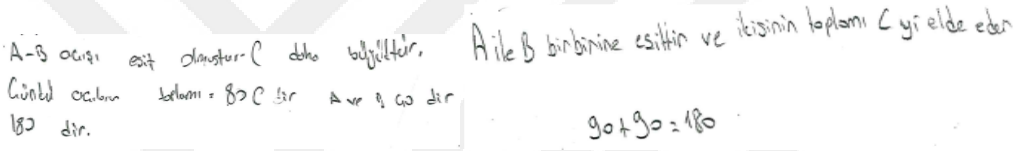
"Açıların ölçüleri birbirine eşittir" kategorisinde cevap veren 2 öğrenci ise (Ö10 ve Ö30) 180° olması gerektiğini ifade etmiş fakat bunun nedenini A, B ve C açılarının ölçüleri toplamının eşit yani 60^0 olduğunu ifade etmişlerdir (Şekil35).



Şekil 35. "Açıların ölçüleri birbirine eşittir." kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

Şekil 35’den görüldüğü üzere bu öğrencilerin üçgeni eşkenar üçgen olarak algıladıkları söylenebilir. Bu iki öğrenci de kavram karikatüründe 180^o yanıtı vermiş ve cevapları “*150 az 180 yeter*” ve “*180 sabit bir sayı*” kategorilerindedir.

“*A ve B eşittir*” kategorisindeki 2 öğrencinin cevapları (Şekil 36) incelendiğinde açıların ölçülerini kendilerinin belirledikleri görülmüştür. Bu ölçüleri neye göre belirledikleri ise açıklamalarında yer almamaktadır. Fakat her ikisinin de A ile B açılarının ölçülerinin eşit olacağını ifade ettikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin özel olarak çalışma yaprağının ilk adımında aldıkları üçgenden yola çıktıkları ve A ile B açılarının eşit olabileceğini düşünmüş oldukları söylenebilir. Bu iki öğrencide kavram karikatüründe 180^o yanıtı vermiş ve “*Zamanında 180^o bulmuşlar* ve “*180 ideal bir sayı*” şeklinde cevap vermişlerdir.

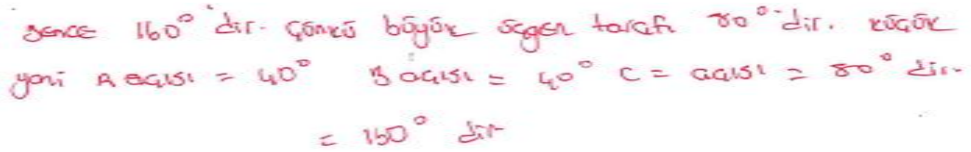


Şekil 36. “A ve B eşittir ” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Tablo 6‘dan görüldüğü gibi 1 öğrenci 60^o, 1 öğrenci 160^o, 8 öğrenci 360^o ve 5 öğrencide “*Bulamadım*” yanıtını vermiştir. 60^o diyen öğrencinin (Ö8) açıklamasında üç açının her birinin ölçülerinin 20^o olduğu yer almaktadır (Şekil37). Bu öğrencinin üç açının ölçülerinin birbirine eşit olduğunu düşündüğü söylenebilir. Öğrencinin açıklamalarında iç açıların ölçüleri toplamını neden 60^o aldığı ile ilgili bir açıklama yer almamaktadır.

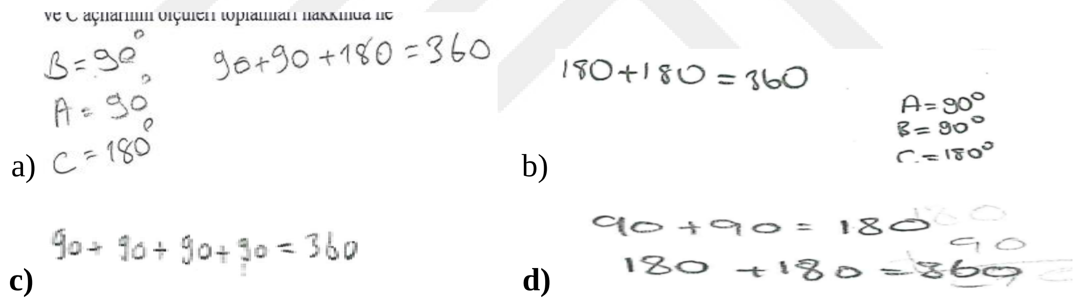
Şekil 37. “A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 60^o’dır.” kategorisindeki öğrencinin cevabı

Bu öğrenci kavram karikatüründe iç açılarının ölçüleri toplamı 180^o olarak ifade etmiş ve “*üçgenin şekline bağlıdır*” şeklinde açıklamıştır. Görüldüğü gibi bu öğrenci de eşkenar üçgeni göz önüne almıştır. Fakat muhtemelen eşkenar bir üçgenin iç açısının ölçüsü 60^o olmasını iç açılarının ölçüleri toplamı olarak almış ve bu nedenle açı ölçüleri eşit olmasından bir açının ölçüsünü 20^o olarak ifade ettiği söylenebilir. 160^o yazan öğrenci ise üçgenin iç açılarının ölçülerini kendisi belirlemiştir. Üç açının ölçüsüne de değer verdiği daha sonra bu değerleri toplayarak 160° elde ettiği görülmüştür (Şekil 38). Açıların ölçülerini neden böyle seçtiğini açıklamamıştır.



Şekil 38. "A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 160° dir." kategorisindeki öğrencinin cevabı

Bu öğrenci kavram karikatüründe üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını 180° diye öğrendim şeklinde yanıt vermiş olmasına rağmen öğrencinin burada rastgele değerler vererek 160° bulması ilginçtir. Fakat cevaptan görüldüğü gibi öğrenci ikizkenar üçgen almıştır. Açıklama yapmadığı için ilk oturumda 180° diye öğrenmiş olduğunu ifade ederken burada rastgele bir ikizkenar üçgen neden aldığı hakkında yorum yapılamamıştır. Geriye kalan 8 öğrenci 360° olduğunu ifade etmiştir. Bu öğrencilerin açıların ölçülerini neye göre belirledikleri açıklamalarında yer almamaktadır (Şekil 39).



Şekil 39. Rastgele değer vererek 360° bulan öğrencilerin yanıtlarından örnekler

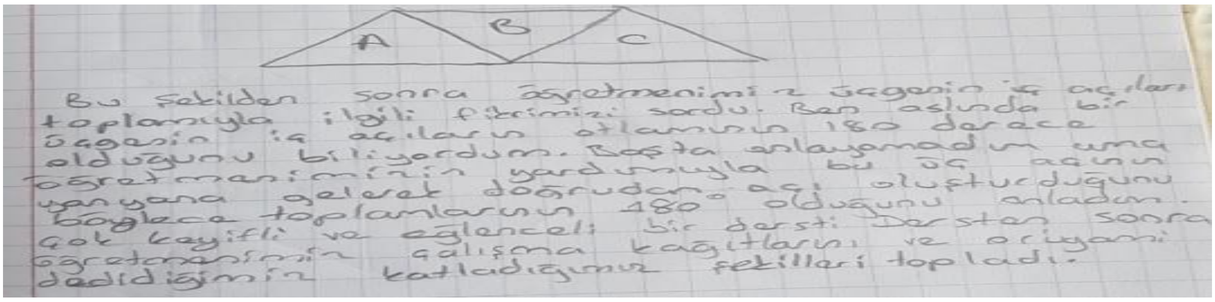
Bu öğrencilerin hepsi de aynı şekilde düşünmüşlerdir. 4 tanesi Şekil 39 a ve b deki gibi A ve B açılarının ölçülerini 90°, C açısının ölçüsünü ise 180° kabul edip, ölçülerin toplamlarını 360° bulmuşlardır. Diğer 4 öğrenci ise Şekil 39 c ve d deki gibi toplama yaparak bulmuşlardır. Bu öğrencilerden yalnızca bir tanesi (Ö24) kavram karikatüründe 160 diye yanıt vermiştir. Diğerleri 180 yanıtı vermiştir. Önemli bir bulgu ise 2 öğrenci (Ö3,Ö9) kavram karikatüründe 180 olmasının nedenini "*İki dik açının ölçüsü toplamı 180° dir*" şeklinde açıklarken burada da A ve B açılarının ölçülerini 90 alıp işlem yapmalarıdır. Benzer olarak da "*bu zamana kadar böyleydi*" kategorisinde cevap veren 2 öğrencide (Ö17, Ö22) burada aynı şekilde 360^0 diye yanıt vermişlerdir.

Cevap vermeyen 5 öğrencinin (Ö2, Ö13, Ö14, Ö23, Ö28) ise bulamadım diye yazmalarına rağmen hepsi kavram karikatüründe 180^0 şeklinde cevap veren öğrencilerdir. Burada önemli bir bulgu ise kavram karikatüründe “zamanında 180 bulunmuş” diye 3 öğrencinin hepsi de (Ö13,Ö14,Ö23) burada yanıt vermemiştir.

Öğrencilerin kağıtları toplandıktan sonra verdikleri cevaplar üzerinde tartışma ortamı oluşturulmuştur. Her bir öğrenciye cevaplarını neden yazdıkları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin ispatın son basamağını, yani “doğru açı” kavramını anlamakta zorlandığını görmüştür. Şekilde ne gördüklerini, bu üç açının hangi açıya benzediğini sormuştur. Aldığı yanıtlar ışığında öğrencilerin üç açının yan yana gelerek doğru açı oluşturduğunu anlamadıkları, daha doğrusu doğruda açı kavramını bilmediklerini anlamıştır. Aslında “doğru açı” kavramı 6. Sınıf matematik programına ait bir kazanımdır. Bu yüzden bu sınıf seviyesinde yer alan öğrencilerin bu kavramı bildikleri düşünülmüştür.

Araştırmacı daha sonra sınıfa “Doğru açı nedir?” sorusunu yönlendirmiştir. Sınıftan yanıt alamayınca; öncelikle doğru açıyı çizmiş ve ardından tanımını vermiştir. Bunun üzerine öğrenciler; üç açının doğruda açı olduğunu kavrayabilmiş ve ispatı anlamışlardır.

Aşağıda Şekil 40’da Ö9‘un, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır.


A B C

Bu şekilden sonra öğretmenimiz üçgenin iç açıları
toplamıyla ilgili fikrimizi sordu. Ben aslında bir
üçgenin iç açılarının toplamının 180 derece
olduğunu biliyordum. Başta anlayamadım ama
öğretmenimizin yardımıyla bu üç açının
yan yana gelerek doğrudan açı oluşturduğunu
böylece toplamlarının 180 olduğunu anladım.
Çok keyifli ve eğlenceli bir dersti. Dersten sonra
öğretmenimizin çalışma kağıtlarını ve origami
dediğimiz katladığımız şekilleri topladı.

Şekil 40. Ö9’un günlüğünden alıntı

Bu alıntıda öğrenci anlamakta zorlandığını ama öğretmenin yardımıyla ispatı anladığını ifade etmiştir. Öğrencinin ifadesinden bir alıntı :” *... öğretmenimizin yardımıyla bu üç açının doğruda açı oluşturduğunu böylece toplamlarının 180 olduğunu anladım ...*” şeklindedir.

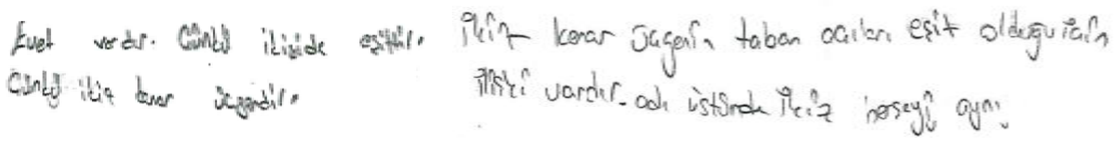
4.3. Üçüncü Oturumdan Elde Edilen Bulgular

Bu oturuma 31 öğrenci katılmıştır. İkizkenar üçgenle ilgili yapılan origami etkinliğinden sonra; öğrencilere "*A açısının ölçüsü ile B açısının ölçüsü arasında bir bağıntı var mıdır?*" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplardan elde edilen kategoriler Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. İkizkenar Üçgenin Taban Açılarıyla İlgili Origami Çalışmasından elde edilen Kategoriler

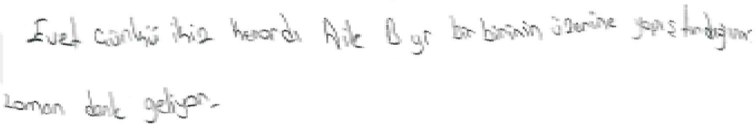
Kategoriler		**f**		**%**
Eşittir	İkizkenar üçgen olduğu için taban açılarının ölçüleri birbirlerine eşittir. (Ö2,Ö3,Ö4,Ö5,Ö6.Ö7,Ö9,Ö10,Ö14,Ö16,Ö17,Ö18,Ö22,Ö28,Ö29,Ö30)	16	19	%61,3
	A köşesini B köşesine katladığımızda birbirlerine denk geliyor.(Ö11)	1		
	Eşit olduğu için ikizkenardır (Ö12,Ö25)	2		
Bağıntı vardır	İkizkenarların uzunlukları birbirine eşittir (Ö21,Ö23)	2	10	%32,3
	İkizkenar üçgendir (Ö13)	1		
	Bağıntı aynıdır (Ö15)	1		
	Üçgenin kenar uzunlukları eşit olduğundan (Ö8,Ö27)	2		
	Aynı eşitliktedir (Ö1)	1		
	İkisi de köşe ve ikisi de ikizkenar üçgendir.(Ö31)	1		
	Nedenini bilmiyorum.(Ö24)	1		
	Açıklama yok.(Ö19)	1		
Bağıntı yoktur	Üçgeni ikiye katladıktan sonra ikizkenarları bulduk.(Ö20)	1	1	%3,2
Diğer	İki açısının ölçüsünün toplamı 180°dir (Ö26)	1	1	%3,2
Toplam		31	31	%100

Tablo 7'den görüldüğü gibi öğrencilerin çoğunluğu yani 19 öğrenci (%61,3) A açısının ölçüsünün B açısının ölçüsüne eşit olduğunu ifade etmiştir. Bu kategoride cevap veren 16 öğrenci "*İkizkenar üçgen olduğu için taban açılarının ölçüleri birbirlerine eşittir*" yanıtını vermişlerdir (Şekil 41). Bu öğrenciler taban açılarının eşit olmasını ikizkenar üçgen olmasına bağlamışlardır. 4.sınıfta matematik ders programında konuyla ilgili kazanım "*Üçgenleri kenar uzunluklarına göre sınıflandırır.*" şeklindedir. Bu kazanım bu sınıf seviyesinde hazır bilgi olarak öğretilmektedir.



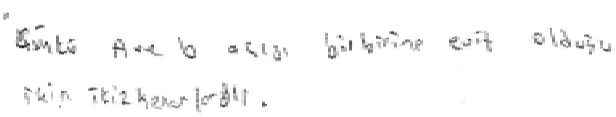
Şekil 41. "İkizkenar üçgen olduğu için taban açılarının ölçüleri birbirlerine eşittir." kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Öğrencilerin cevaplarının hepsinde de aynı cümleler vardır. Hatta bir öğrenci Şekil 41'deki gibi "*İkiz her şeyi aynı* " ifadesi kullanmıştır. 1 öğrenci (Ö11) ise eşitliğin nedenini "*A köşesini B köşesine katladığımızda birbirlerine denk geliyor*" şeklinde açıklamıştır (Şekil 42). Bu öğrenci ne açıölçer ne de hazır bilgi kullanmamış bunun yerine katlamalar yaparak A ile B açılarını üst üste getirmiş ve bu iki açının ölçülerinin eşit olduğunu ifade etmiştir. Aslında bu etkinliği amacı da öğrencilerin açıları üst üste getirerek ölçülerinin aynı olduğunu görmeleridir.



Şekil 42. "A köşesini B köşesine katladığımızda birbirlerine denk geliyor" kategorisindeki öğrenci cevabı örneği

2 öğrenci (Ö12, Ö25) ise A ile B açısının ölçüleri eşit olduğu için ikizkenardır şeklinde açıklama yapmışlardır. Bu etkinlikte ikizkenar üçgen ile başlanıp taban açılarının eşit olmasını keşfetmelerine, görmelerine dayalı bir etkinlik iken bu öğrenciler tam tersi bir yol izleyip açılarla ilgili problemlerde olduğu gibi açılar eşit ise o ikizkenar üçgendir bilgisini ifade etmiştir (Şekil 43).

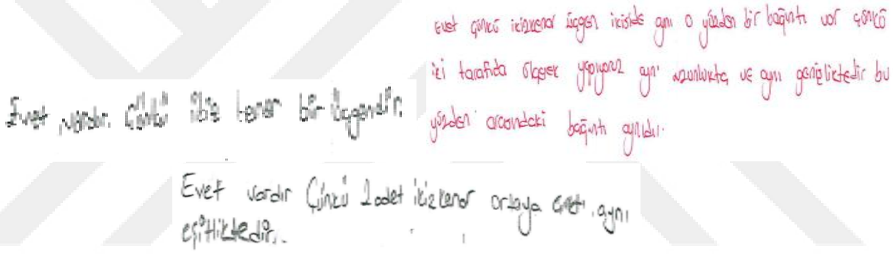


Şekil 43. "*Eşit olduğu için ikizkenardır*" kategorisindeki öğrencilerin öğrenci cevabı

10 öğrenci ise sadece "*Bağıntı vardır*" şeklinde cevap vermişlerdir. Fakat verilen cevaplar incelendiğinde bu öğrencilerin hiçbirisinin bu iki açının ölçülerinin eşit olduğunu ifade etmedikleri görülmektedir. Bu öğrencilerden 2 tanesi "*İkizkenarların uzunlukları birbirine eşittir*" yanıtını vermişlerdir. (Şekil 44).

Şekil 44. "İkizkenarların uzunlukları birbirine eşittir" kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Muhtemelen bu öğrenciler ilk adımda ikizkenar üçgen çiziniz denildiği için kenar uzunluklarının eşit olması gerektiğini düşünmüş olabilecekleri ve bu nedenle de sorulan soru yerine ilk çağrıştıran ifadeyi yazmış oldukları söylenebilir. 1 öğrenci (Ö13) bağıntı var demesine rağmen nedenine "*Çünkü ikizkenar üçgen*" diye yazmıştır. Başka 1 öğrenci (Ö15) "*Bağıntı aynıdır*" diye yazmıştır. Benzer olarak 1 öğrenci (Ö1) de "*Aynı eşitliktedir*" şeklinde yanıt vermiştir. Bu öğrenciler matematik dilini doğru kullanmadıkları için bağıntı vardır kategorisi altında değerlendirilmiştir. Zaten cevaplarında da (Şekil 45) görüldüğü gibi iki açının ölçülerinin eşit olmasından bahsetmemişlerdir.

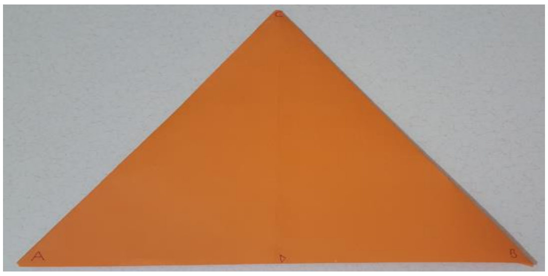


Şekil 45. Ö13, Ö15 ve Ö1' in verdikleri cevaplar

1 öğrenci (Ö24) "*Bağıntı vardır. Nedenini bilmiyorum*" diye yazarken diğer bir öğrenci (Ö19) ise açıklama yapmadan sadece "*Bağıntı var*" diye yanıt vermiştir. 1 öğrenci (Ö20) ise bağıntı yoktur diye yanıt vermiş ve bağıntının var olmayışının sebebini açıklamak yerine etkinlikte yer alan son şekli tasvir ettiği görülmektedir (Şekil 46).

Şekil 46. "*Üçgeni ikiye katladıktan sonra ikizkenarları bulduk*" kategorisindeki öğrenci cevabından örnek

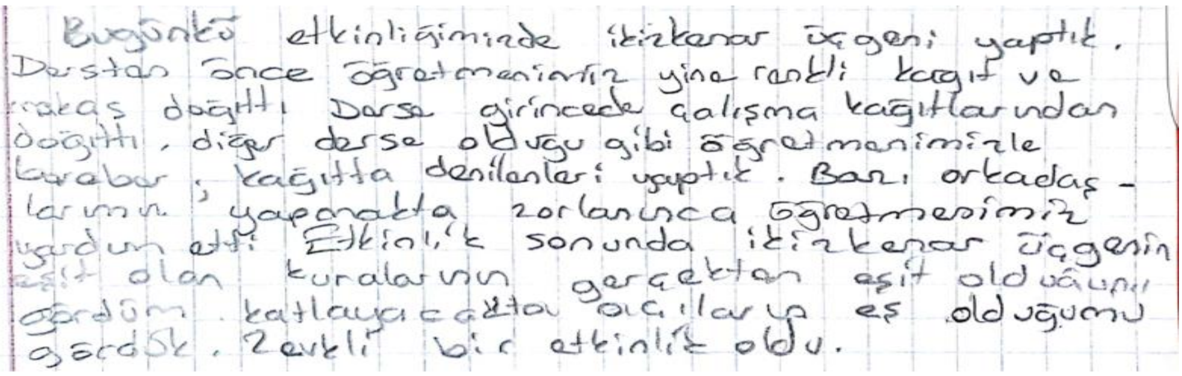
Diğer kategorisine konulan cevapta ise ne bağıntı vardır ne de bağıntı yoktur şeklinde hiçbir ifade yoktur aksine bu öğrenci (Ö26) "İki açısının ölçüsünün toplamı 180°'dir" şeklinde yazmıştır. Bu nedenle bu öğrencinin yanıtı diğer kategorisi altında değerlendirilmiştir. Bu öğrencinin üçgenin iki açısının da ölçüsünü 90° olarak algıladığı söylenebilir.



Şekil 47. Bir öğrencinin ikizkenar origami çalışmasından elde ettiği şekil

Elde edilen bulgular özetlenecek olursa yalnızca 1 öğrenci (Ö11) A ve B açılarının eşit olmasını üst üste getirerek görmüştür. 19 öğrenci eşit olduğunu ve bunun gerekçesinin de ikizkenar üçgen olması olarak belirtirken, 12 öğrenci yalnızca bağıntı vardır demiştir. Fakat bu öğrenciler bağıntıyı kenar uzunlukları ile ilişkilendirmişlerdir. 1 öğrenci bağıntı yoktur derken bir öğrenci iki açının ölçüleri toplamının 180^0 olmasını ifade etmiştir. Bu aşamadan sonra araştırmacı/öğretmen gerekli dönütleri vererek süreç sonlandırılmıştır.

Aşağıda Şekil 48'de Ö9'un, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Bu alıntıda öğrenci etkinliğin adımlarından bahsetmiştir. Öğrencinin ifadesinden bir alıntı :" ... *ikizkenar üçgenin eşit olan kenarlarının gerçekten eşit olduğunu gördüm. Katlayarak da açılarının eşit olduğunu gördüm* ..." şeklindedir. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde ikizkenar üçgenin özelliğini ispat ettiğini söylemiştir.


Bugünkü etkinliğimizde ikizkenar üçgeni yaptık.
Dersten önce öğretmenimiz yine renkli kağıt ve
makas dağıttı Derse girincede çalışma kağıtlarından
dağıttı, diğer derse olduğu gibi öğretmenimizle
beraber; kağıtta denilenleri yaptık. Bazı arkadaş-
larımın yapmakta zorlanınca öğretmenimiz
yardım etti. Etkinlik sonunda ikizkenar üçgenin
eşit olan kuralarının gerçekten eşit olduğunu
gördüm. katlayarakta açılarında eş olduğunu
gördük. Zevkli bir etkinlik oldu.

Şekil 48. Ö9'un günlüğünden İkizkenar Üçgen etkinliği

4.4. Dördüncü Oturumdan Elde Edilen Bulgular

Bu oturuma 28 öğrenci katılmıştır. Çalışma yaprağının ilk kısmında öğrencilere "*Eşkenar üçgen hakkında bildiklerinizi yazar mısınız?*" sorusu yöneltilmiştir. Bu soruyla öğrencilerin eşkenar üçgen hakkındaki ön bilgileri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden alınan yanıtlar aşağıda Tablo 8' de özetlenmiştir.

Tablo 8. "Eşkenar üçgen hakkında bildiklerinizi yazar mısınız?" sorusuna verilen cevaplar

Kategoriler		**f**	**%**
Kenar ve açı	Tüm kenar uzunlukları eşit, ayrıca iç açılarının ölçüleri de birbirlerine eşittir (Ö14,Ö22,Ö26,Ö31)	4	%14,2
Kenar	Tüm kenar uzunlukları eşittir (Ö2,Ö4,Ö5,Ö6,Ö8,Ö10,Ö11,Ö16,Ö17,Ö23,Ö27,Ö28,Ö29,Ö30)	14	%50
Açı	İç açılarının ölçüleri birbirine eşittir.(Ö19)	1	%3,6
İki kenar	İki kenarının uzunlukları birbirine eşittir (Ö7,Ö9,Ö13)	3	%10,6
İki kenar ve açı	İki kenarın uzunlukları birbirine eşit her açısı 60^{o} (Ö25)	1	%3,6
Kenar eşit açılar farklı	Tüm kenar uzunlukları birbirine eşittir fakat açılarının ölçüleri farklıdır (Ö1)	1	%3,6
Diğer	Her köşesi üçgendir.(Ö21)	1	%3,6
	İki eş parçaya bölündüğünde; iki üçgen birbirleriyle eşit olur. (Ö3,Ö12)	2	%7,2
	Açıklama yok.(Ö15)	1	%3,6
Toplam		28	%100

Tablo 8'den görüldüğü gibi sorduğumuz soruya 14 öğrenci (%50) kenar uzunluklarının, 1 öğrenci iç açılarının ölçülerinin eşit olduğunu ifade ederken 4 öğrenci hem kenar uzunluklarının hem de iç açılarının ölçülerinin eşit olduğunu ifade etmiştir. Eşkenar üçgenin özellikleri 4. Sınıf kazanımlarında yer almaktadır. Dolayısıyla lise 9. Sınıf seviyesindeki öğrencilerin, hem açılarının ölçüleri hem de kenar uzunlukları eşittir hatta her açısının ölçüsü 60^{o}'dir diye yanıt vermesi beklenmektedir. Buna rağmen 3 öğrenci (Ö7, Ö9, Ö13) "*Yalnızca iki kenarının uzunlukları birbirine eşit olan üçgendir.*" diye yanıt vermiştir. 1 öğrenci (Ö25) ise iki kenarının uzunluğu aynı derken açıları eşit ve 60^{o} diye ilave etmiştir. Bu öğrencilerin cevapları kabul edilebilir cevap olarak nitelendirilmiştir.

1 öğrenci (Ö1) "*Tüm kenar uzunlukları birbirine eşittir fakat açılarının ölçüleri farklıdır*" diye yanıt vermiştir. Bu öğrenci 1 açısı 30 derken diğer iki açıyı da 60^{o} olarak almıştır. Bu öğrenci kavram karikatüründe üçgenin iç açıları ölçüsüne 360^{o} yanıtını veren

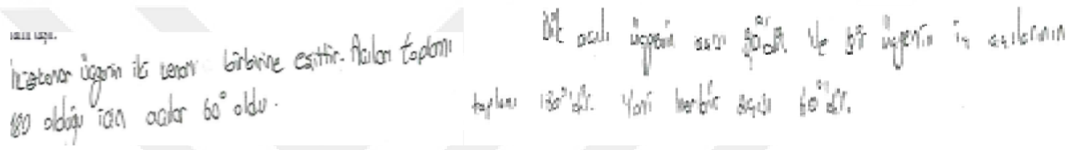
öğrencidir. Aynı zamanda 2. oturumda da doğru açı ile ilişki kurup iç açıların ölçüleri toplamının 180 olduğunu ifade eden öğrencilerden birisidir. Dolayısıyla ilk aşamada 360 derken 2. oturumda 180 olduğunu görmüş olmasından dolayı bu aşamada 60+60+30=150 yapmış olsaydı verdiği cevabın hatalı olduğunu fark edebilirdi.

1 öğrenci (Ö21) "*Her köşesi üçgendir.*" yanıtını vermiştir. Bu öğrenci bu zamana kadar olan tüm oturumlarda kabul edilebilir cevap veren öğrencilerden birisidir. Bu aşamada neden böyle bir cevap verdiği ile ilgili yorum yapılamamıştır. 1 öğrenci (Ö15) ise soruyu yanıtsız bırakmıştır. 2 öğrenci (Ö3,Ö12) ise "*İki eş parçaya bölündüğünde; iki üçgen birbirleriyle eşit olur.*" yanıtını vermiştir. Aslında bu cevap verilmesi beklenen cevap değildir. Öğrenciler, origami etkinliği bittikten sonra çalışma yaprağının son kısmında bulunan *"Bu etkinlikten neler öğrendiğinizi açıklayınız.*" sorusuna yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar Tablo 9' da özetlenmiştir.

Tablo 9. Öğrencilerin etkinlik sonunda öğrendikleri ile ilgili kategoriler

<table>
<tr><th colspan="2">Kategoriler</th><th>f</th><th></th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Açısının ölçüsü 60°dir</td><td>Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir (Ö16, Ö23, Ö25, Ö30, Ö2, Ö4, Ö19, Ö22)</td><td rowspan="5">17</td><td rowspan="9">25</td><td rowspan="9">%89,2</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir. (Ö3, Ö6, Ö17, Ö21, Ö27, Ö10)</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir. Dikdörtgenin iç açıları 90° dir. (Ö8)</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir. Dik açılı üçgenin açısı 90° dir.(Ö13)</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir. İkizkenarın iki kenarı birbirine eşittir. (Ö29)</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirlerine eşittir. (Ö5)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Eşkenar üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180°dir.(Ö31)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Kenar uzunlukları eşit</td><td>Kenar uzunlukları eşittir (Ö1,Ö11,Ö15,Ö28,Ö7)</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td>Eşkenar üçgeni ikiye böldüğümüzde eşit iki üçgen elde ederiz.(Ö9)</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Diğer</td><td>Eşkenar üçgen elde ettik (Ö14,Ö26)</td><td>2</td><td>2</td><td>%7,2</td></tr>
<tr><td>Açıortay ve kenarortayı bulduk (Ö12)</td><td>1</td><td>1</td><td>%3,6</td></tr>
<tr><td colspan="2">Toplam</td><td>28</td><td>28</td><td>%100</td></tr>
</table>

Tablo 9’dan görüldüğü gibi etkinliğe katılan 25 öğrenci eşkenar üçgenin özellikleri ile ilgili öğrendikleri bilgileri yazmışlardır. Bu öğrencilerden 8 tanesi yalnızca eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsünün 60° olduğunu yazmışlardır. 9 öğrenci ise bunun yanı sıra üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının da 180^o olduğunu öğrendiklerini yazmışlardır. 1 öğrenci de bunlara ek olarak İkizkenarın iki kenarı birbirine eşit olduğunu öğrendiğini de ifade etmiştir. Aynı şekil de ek olarak 1 öğrenci de dikdörtgenin her bir açısının 90^o ve 1 öğrenci de dik açılı üçgenin açısı 90^o olduğunu (Şekil 50) öğrendiğini ifade etmiştir. Bunlar 4. sınıf kazanımları arasında şu şekilde “*Açıları standart açı ölçme araçlarıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirler*” yer almaktadır. Dolayısıyla bu aşamada bu öğrencinin burada öğrendim diye ifade etmesi önemli bir bulgudur.

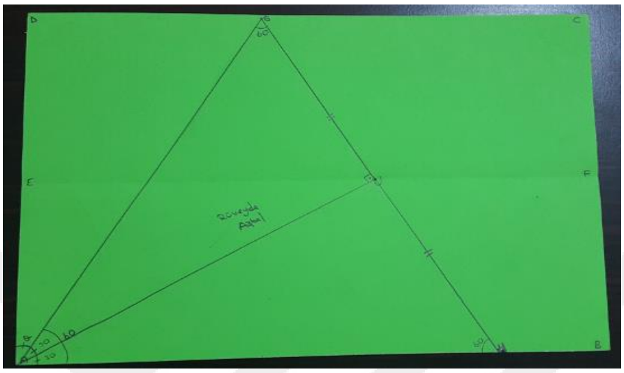


Şekil 49.” Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir.” kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

Diğer taraftan üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180^o ve İkizkenar üçgenin iki kenarı birbirine eşit olması önceki oturumlarda öğrendikleri bilgilerdir. Bu öğrenciler bu bilgiyi burada kullandıkları için pekiştirdikleri ve bu nedenle öğrendiklerini ifade ettikleri söylenebilir.

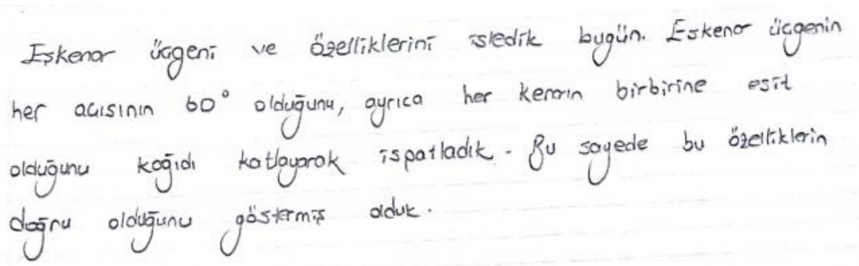
1 öğrenci de eşkenar üçgenin iç açılarının ölçülerinin eşit olduğunu ifade etmiştir. Bu öğrenci açıkça 60^o diye yazmadığı için ayrı bir kategoride değerlendirilmiştir. Çünkü halen bazı öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı ile sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. 1 öğrenci “*Eşkenar üçgeni ikiye böldüğümüzde eşit iki üçgen elde ederiz*”, 2 öğrenci “*Eşkenar üçgen elde ettik*” ve 1 öğrencinin ise “*Açıortay ve kenarortayı bulduk*” yanıtını verdikleri görülmektedir.

Etkinliğin başındaki ve sonundaki sorudan elde edilen bulgular karşılaştırılırsa, Ö1 başlangıçta **“***Tüm kenar uzunlukları birbirine eşittir fakat açılarının ölçüleri farklıdır*” diye yazarken etkinlik sonunda sadece “*Kenar uzunlukları eşittir*” diye yazmıştır. Bu nedenle açıların ölçülerinin eşit olması ile ilgili öğrenme gerçeklediğini söylemek mümkün değildir. Aynı şekilde başlangıçta iki kenar uzunluğu eşit diyen öğrencilerden (Ö7, Ö9, Ö13, Ö25) yalnızca bir tanesi (Ö7) etkinlik sonunda kenar uzunlukları eşittir şeklinde yanıt vermiştir. Diğerleri kenar uzunlukları hakkında bir şey yazmamışlardır. "*Her köşesi üçgendir*." diye yanıt veren öğrenci (Ö21) ise etkinlik sonunda "*Eşkenar üçgenin her bir iç açısının ölçüsü 60°dir. Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir* " şeklinde yanıt vermiştir. Bu anlamlı bir değişimdir. Başlangıçta açıklama yapmayan bir öğrenci (Ö15) ise etkinlik sonunda kenar uzunlukları eşit diye yanıt vermiştir.



Şekil 50. Bir öğrencinin eşkenar üçgen origami etkinliğinden elde ettiği origami

Aşağıda Şekil 51'de Ö1'in, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır.



Şekil 51. Ö1'in günlüğünden Eşkenar Üçgen etkinliği

Bu alıntıda öğrenci etkinlik sonucunda öğrendiklerinden bahsetmiştir. Öğrencinin ifadesinden bir alıntı :" ... *eşkenar üçgeni özelliklerini öğrendim ... katlayarak her kenarının eşit olduğunu ispatladık* ..." şeklindedir. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde eşkenar üçgenin özelliklerini ispat ettiğini söylemiştir.

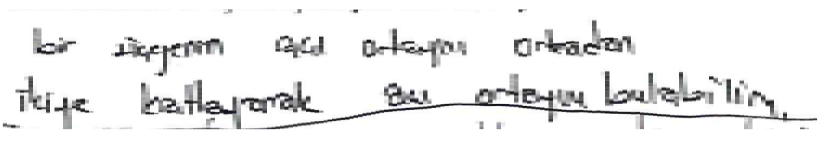
4.5. Beşinci Oturumdan Elde Edilen Bulgular

Bu oturuma 26 kişi katılmıştır. Bu oturumda kullanılan çalışma yaprağı üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda "*Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz? Nasıl?*" sorusu yer almaktadır. Bu soruya öğrencilerin verdiği yanıtlar iki kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler "Bulabilirim" ve "Bilmiyorum" şeklindedir.

Tablo 10. "Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz? Nasıl?" sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen kategoriler

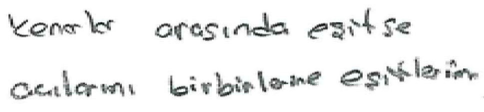
Kategoriler		**F**		**%**
Bulabilirim	Üçgenin bir açısını ikiye katlayarak açıortayı bulabilirim (Ö1,Ö2,Ö4,Ö7,Ö8,Ö9,Ö10,Ö11,Ö12,Ö18,Ö22,Ö25,Ö26,Ö27, Ö31)	15	18	%69,2
	Üçgenin kenar uzunlukları eşitse açılarını birbirlerine eşitlerim (Ö28)	1		
	180°yi, üçgenin açılarına paylaştırarak bulabilirim (Ö16)	1		
	Cetvelle (açıyı) ölçüp tam ortadan ikiye bölerim (Ö15)	1		
Bilmiyorum	(Ö3,Ö17,Ö19,Ö21,Ö23,Ö24,Ö29,Ö30)	8	8	%30,8
Toplam		26	26	%100

Tablo 10'dan görüldüğü gibi 18 öğrenci (% 69,2) "*Bulabilirim*" yanıtını vermiştir. 8 öğrenci ise soruya "*Bilmiyorum*" yanıtını vermiştir. Bulabileceğini ifade eden 15 öğrencinin "*Üçgenin bir açısını ikiye katlayarak açıortayı bulabilirim*" şeklinde açıklamada bulunduğu görülmüştür (Şekil52). Bundan önceki uygulanan etkinlikler origami (kağıt katlama) temelli olduğundan öğrencilerin aklına bu fikrin geldiği söylenebilir.


bir üçgenin açı ortayını ortadan
ikiye katlayarak bu ortayını bulabilirim.

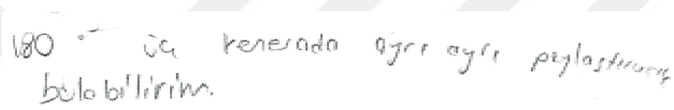
Şekil 52." Üçgenin bir açısını ikiye katlayarak açıortayı bulabilirim." kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnek

Bulabileceğini ifade eden 1 öğrenci (Ö28) ise "*Üçgenin kenar uzunlukları eşitse açılarını birbirlerine eşitlerim*" şeklinde açıklama da bulunmuştur. Bu öğrenci bir üçgenin açıortayını bulabilmek için; o üçgenin kenar uzunluklarının ve açılarının eşit olması şartını koymuştur.



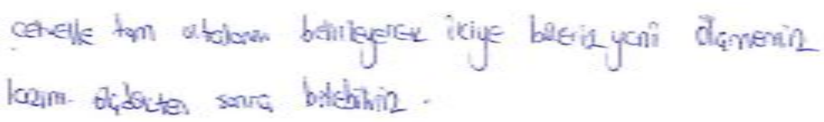
Şekil 53.”Üçgenin kenar uzunlukları eşitse açılarını birbirlerine eşitlerim.” diyen öğrencinin yanıtı

Bir önceki etkinlik eşkenar üçgen ile ilgili olduğundan ve eşkenar üçgenin tüm açıları eşit olduğundan, öğrencinin orada öğrendiği bilgiyi burada dile getirdiği söylenebilir (Şekil53). Benzer olarak 1 öğrenci (Ö16) de ”*180°yi, üçgenin açılarına paylaştırarak bulabilirim.*” şeklinde açıklamada bulunmuştur. Bu öğrencinin de diğeri gibi açıortaydan ziyade açı ölçüleri üzerinde durduğu ve eşkenar üçgen ile ilişki kurduğu söylenebilir (Şekil54).



Şekil 54.” 180°yi üçgenin açılarına paylaştırarak bulabilirim.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

1 öğrenci (Ö15) ise “*Cetvelle (açıyı) ölçüp tam ortadan ikiye bölerim*.” cevabını vermiştir. Bu öğrenci üçgenin açılarının kolları arasındaki mesafeyi ölçüp, bu mesafenin ortasını (bu sayede açıortayı) bulabileceğini ileri sürmüştür. Yani bulunan bu orta noktadan açıortayın geçeceğini ileri sürmüştür (Şekil55). Yöneltilen soruda açıölçer kullanmadan demesine rağmen büyük olasılıkla önceki yıllarda yaptığı etkinliklerden dolayı bu yanıtı vermiş olduğu düşünülmektedir.



Şekil 55.” *Cetvelle (açıyı) ölçüp tam ortadan ikiye bölerim*.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

1. çalışma yaprağının (180° Kavram Karikatürü) 2. kısmında da buna benzer bir soru yer almaktadır. Bu oturumda oturuma katılan öğrencilerin çoğunluğu üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180^o olduğunu açıölçer kullanmadan bulabileceklerini söylerken nasıl

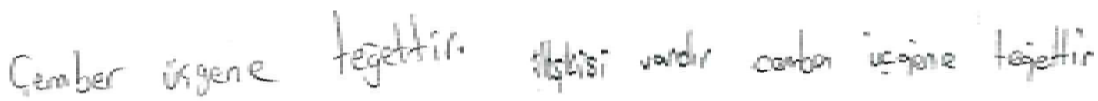
bulunacağı ile ilgili kabul edilebilir bir cevap vermemişlerdir. Bu aşamadaki soru ondan farklıdır ama 15 öğrenci katlama yaparak açıortayı bulabilmekten bahsetmişlerdir. Bu önemli bir bulgudur.

Çalışma yaprağının ikinci kısmında ise origami talimatları yer almaktadır. Origami etkinliği bittikten sonra ise öğrenciler çalışma yaprağının 3. kısmına geçmişlerdir. Bu kısımda ise öğrencilere iki soru yöneltilmiştir. Bu sorular *"Üçgenin iç teğet çemberinin açıortaylar ile ilişkisini varsa belirtiniz*" ve "*Bu çalışmadan neler öğrendiniz kısaca yazınız*" şeklindedir. Bu sorulara verilen yanıtlardan elde edilen kategoriler sırasıyla Tablo 11 ve Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 11." Üçgenin iç teğet çemberinin açıortaylar ile ilişkisini varsa belirtiniz." sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen kategoriler

<table>
<tr><th colspan="2">Kategoriler</th><th>f</th><th></th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="8">İç teğet çemberi ile açıortay arasında ilişki vardır.</td><td>İç teğet çemberi üçgene teğettir.(Ö4,Ö22,Ö23,Ö31)</td><td>4</td><td rowspan="8">14</td><td rowspan="8">%53,9</td></tr>
<tr><td>Açıortayların kesiştiği noktaya iç teğet çemberinin merkezi denir.(Ö12,Ö18,Ö28)</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Şekil üzerinde iç teğet çemberini gösterenler (Ö15,Ö25)</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Açıortaylar bir noktada kesişiyor.(Ö8)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>İç teğet çemberi açıortayı belirler.(Ö1)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>İç teğet çemberi üçgenin kenarlarına değiyor.(Ö11)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Çünkü noktalardan geçiyor.(Ö7)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Açıklama yok.(Ö19)</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Aralarındaki ilişkiyi bilmiyorum. (Ö2,Ö3,Ö9,Ö21,Ö24,Ö26,Ö27,Ö29,Ö30)</td><td>9</td><td>9</td><td>%34,6</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yanıtsız bırakanlar (Ö10,Ö16,Ö17)</td><td>3</td><td>3</td><td>%11,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Toplam</td><td>26</td><td>26</td><td>%100</td></tr>
</table>

Bu sorulardan ilkine "*İç teğet çemberi ile açıortay arasında ilişki vardır*" şeklinde 14 öğrenci, "*Aralarındaki ilişkiyi bilmiyorum.*" şeklinde 8 öğrenci yanıt verirken, 3 öğrenci (Ö10,Ö16,Ö17) ise soruyu yanıtsız bırakmıştır. İç teğet çemberiyle açıortay arasındaki ilişkiyi kabul eden 14 öğrenciden 1 tanesi (Ö19) ilişki hakkında hiçbir açıklamada bulunmamıştır, sadece "vardır " yanıtını vermiştir. Sadece 4 öğrenci (Ö4,Ö22,Ö23,Ö31) iç teğet çemberi ve açıortay arasındaki ilişkiyi" *İç teğet çemberi üçgene teğettir.*" şeklinde ifade etmişlerdir (Şekil56).



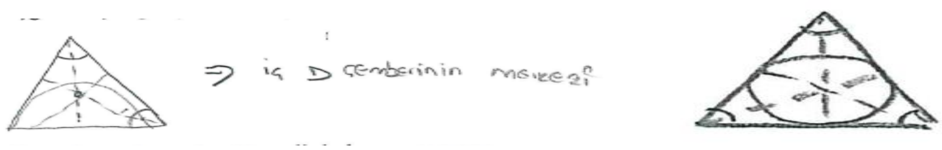
Şekil 56.” İç teğet çemberi üçgene teğettir.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Bu öğrenciler açıortayla iç teğet çemberi arasındaki ilişkiyi kabul etmişlerdir. Fakat açıortay ile iç teğet çemberi arasındaki ilişkiyi açıklamak yerine; iç teğet çemberiyle üçgen arasındaki ilişkiyi açıklamışlardır. İç teğet çemberi üçgene (üçgenin) her bir kenarında yalnızca bir noktada (toplamda 3 noktada) teğettir. Öğrencilerin yanıtlarında bunu ifade ettikleri görülmektedir. Fakat başta da denildiği gibi öğrencilere iç teğet çemberi ve açıortay arasındaki bağıntı sorulmuştur.

Öğrencilerden 3’ü (Ö12, Ö18, Ö28) iç teğet çemberinin merkezinin tanımını yazarak açıortay ile iç teğet çemberi arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmışlardır (Şekil57). Böylece aralarındaki bağıntıyı hem doğru olarak ifade etmişler hem de iç teğet çemberinin merkezinin tanımını doğru yapabilmişlerdir. Cevaplarında “*Açıortayların kesiştiği noktaya iç teğet çemberinin merkezi denir*” ifadesi yer almaktadır.

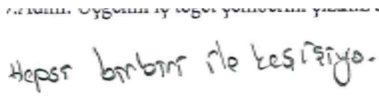
Şekil 57.” Açıortayların kesiştiği noktaya iç teğet çemberinin merkezi denir.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Şekil üzerinde iç teğet çemberini ve iç teğet çemberinin merkezini gösteren ise 2 öğrenci (Ö15,Ö25) vardır. Bu öğrenciler iç teğet çemberi ile açıortay arasındaki ilişkiyi sözel ifadelerle (yazıyla) açıklamak yerine, iç teğet çemberini şekil üzerinde göstererek, ikili arasındaki ilişkiyi ifade etmeye çalışmışlardır (Şekil58). Ö15’in çizimi incelendiğinde iç teğet çemberini tam çizemediği, çemberi hatalı çizdiği fakat iç teğet çemberinin merkezinin yerini doğru gösterdiği görülmektedir.



Şekil 58.” Şekil üzerinde iç teğet çemberini gösterenler” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

1 öğrenci (Ö8) “(Açıortayların) *Hepsi birbirleriyle bir noktada kesişiyor.*” yanıtını vermiştir. Bu açıklamada bulunan öğrencinin “hepsi” ifadesiyle açıortayları kastettiği söylenebilir (Şekil59). Çünkü etkinlikte açıortayların hepsi bir noktada kesiştirilmektedir. Öğrencinin bu noktayı vurguladığı söylenebilir. Bu öğrencide aralarındaki ilişkiyi kabul etmesine rağmen, ikili arasındaki ilişkiyi açıklamamıştır. Sadece açıortaylar arasındaki ilişkiden (“…*kesişiyor”)* bahsetmektedir.



Şekil 59.” (Açıortayların) Hepsi birbirleriyle bir noktada kesişiyor.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

“(İç teğet çemberi) *Üçgenin kenarlarına değiyor.”* yanıtını veren öğrencinin (Ö11) ise iç teğet çemberinden bahsettiği cevabına bakılarak söylenebilir (Şekil 59). Bu öğrencinin de diğer öğrenciler gibi “... *değiyor* ” ifadesiyle iç teğet çemberinin üçgenin kenarlarına teğet olduğuna değindiği söylenebilir.

Şekil 60.” (İç teğet çemberi) Üçgenin kenarlarına değiyor.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

“*İç teğet çemberi açıortayı belirler*.” yanıtını veren öğrenci (Ö1), açıortayların iç teğet çemberi sayesinde belirlendiğini ileri sürmektedir (Şekil61).

Şekil 61.” İç teğet çemberi açıortayı belirler.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Aralarındaki ilişkiyi "*Çünkü noktalardan geçiyor*." şeklinde açıklayan 1 öğrenci (Ö7) bulunmaktadır. Bu öğrencinin noktalardan geçenin ne olduğunu açıklamadığı görülmektedir (Şekil62). Bu ifadesiyle neyi kast ettiği tam anlaşılmamaktadır.

Şekil 62." Çünkü noktalardan geçiyor." kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Bu oturumda yapılan etkinlik sonucunda öğrencilerin neler öğrendiklerini öğrenmek amacıyla, öğrencilere Soru 3 yöneltilmiştir. Soruya verilen yanıtlardan elde edilen kategoriler aşağıda Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12." Bu çalışmadan neler öğrendiniz kısaca yazınız" sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen kategoriler

Kategoriler	**f**		**%**
İç teğet çemberini öğrendim.(Ö1,Ö2,Ö7,Ö9,Ö11,Ö21,Ö22,Ö29)	8		
Açıortayların nasıl bulunabileceğini öğrendim. (Ö3,Ö4,Ö17,Ö19,Ö27)	5		
Açıortayları ve iç teğet çemberinin merkezini öğrendim. (Ö10,Ö12,Ö28)	3		
Açıortayları ve kesiştiği yerleri (Ö18)	1		
Üçgene teğet çember çizmeyi öğrendim.(Ö31)	1		
İç teğet çemberinin üçgenin tam ortasında olduğunu öğrendim. (Ö30)	1	24	%92,4
Çemberin üçgene teğet olduğunu öğrendim.(Ö23)	1		
İşlediğimiz konuları görselleştirdik.(Ö26)	1		
Üçgenleri öğrendim.(Ö25)	1		
Üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamını.(Ö15)	1		
Çok şey öğrendim.(Ö24)	1		
Bilmiyorum (Ö8)	1	1	%3,8
Cevap yok (Ö16)	1	1	%3,8
Toplam	26	26	%100

Tablo 12 incelendiğinde; öğrencilerin çoğunluğunun (24 öğrencinin % 92,4) öğrendiklerini yazdıkları, 1 öğrencinin (Ö8) "*Bilmiyorum*" şeklinde yanıt verdiği, 1 öğrencinin (Ö16) ise soruyu yanıtsız bıraktığı görülmektedir. "*Öğrendiklerini yazanlar*" kategorisindeki 24 öğrencinin cevapları incelendiğinde, 1 öğrencinin (Ö24) "*Çok şey öğrendim*." yanıtını verdiği halde ne öğrendiğinden bahsetmediği görülmektedir. Bu öğrencinin diğer oturumlardaki kağıtları incelendiğinde benzer şekilde cevaplar verdiği ya da yanıt vermediği görülmektedir. 1 öğrencinin (Ö25) “*Üçgenleri öğrendim*.” yanıtını verdiği görülmektedir. Bu etkinlikte üçgenin yardımcı elemanlarından biri olan açıortay ve açıortayla yakından ilişkili olan iç teğet çemberi yer almaktadır. Bu yanıtı veren öğrencinin üçgenlerle ilgili ne öğrendiğini açıklamadığı görülmektedir. Öğrencilerin yanıtları Şekil 63‘de yer almaktadır.

Şekil 63.” Çok şey öğrendim.” ve “Üçgenleri öğrendim” kategorilerindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

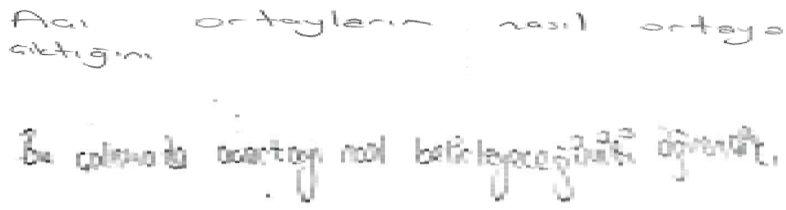
1 öğrencinin (Ö15) ise “*Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını.*” şeklinde yanıt verdiği görülmektedir (Şekil64). Öğrencinin bu yanıtı vermesine rağmen bu etkinlikte üçgenin iç açılarının toplamına değinilmemiştir. Daha önceki etkinliklerde bu konuya değinilmiştir. Fakat bu etkinlikte bu konuya değinilmemiştir. Ama etkinliğin başında sorulan soru daha önce üçgenin iç açıları ölçüleri toplamı etkinliğinde yöneltildiği için, öğrencinin bu noktaya takılı kaldığı söylenebilir.

Şekil 64.” Üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamını.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

8 öğrenci (Ö1,Ö2,Ö7,Ö9,Ö11,Ö21,Ö22,Ö29) “*İç teğet çemberini öğrendim*.” yanıtını vermiştir (Şekil65). Etkinlikte iç teğet çemberi ve bu çemberin merkezinin önemi üzerinde de durulmuştur. İç teğet çemberini öğrenen bir öğrencinin açıortayı da öğrendiği söylenebilir. Çünkü iç teğet çemberinin öğrenilebilmesi için öncelikle açıortayların öğrenilmesi gerekmektedir. Bu öğrencilerin bazılarının bir önceki soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde, bu yanıtlarının diğer yanıtlarla paralellik gösterdiği görülmektedir. Örneğin; Ö22 bir önceki soruya “*İç teğet çemberi üçgene teğettir*” şeklinde yanıt vermiş ve bu soruya da “iç teğet çemberini öğrendim” şeklinde yanıt vermiştir.

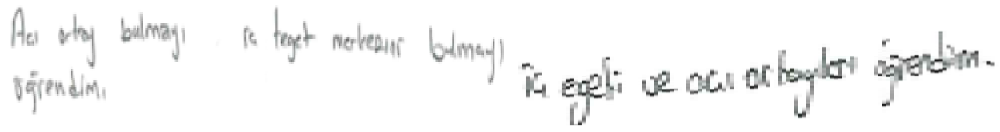
Şekil 65.” İç teğet çemberini öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

“*Açıortayların nasıl bulunabileceğini öğrendim*.” yanıtını veren ise 5 öğrenci (Ö3,Ö4,Ö17,Ö19,Ö27) bulunmaktadır (Şekil66). Etkinliğin ilk adımlarında öğrenciler üçgen şeklindeki kağıtlarını katlayarak bir üçgenin açıortaylarını nasıl bulabileceklerini öğrenmişlerdir. Öğrencilerin bu adımdan bahsettikleri yanıtlarında görülmektedir.



Şekil 66.” Açıortayların nasıl bulunabileceğini öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

4 öğrenci (Ö6,Ö10,Ö12,Ö28) ise “*Açıortayları ve iç teğet çemberinin merkezini öğrendim*.” şeklinde cevap vermişlerdir. Öğrencilerin bu etkinlikte öğretilmek istenen bütün kavramları öğrendiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Çünkü etkinlikte üçgenin yardımcı elamanı olan açıortay ve iç teğet çemberinin öğrenilmesi amaçlanmıştır (Şekil67).



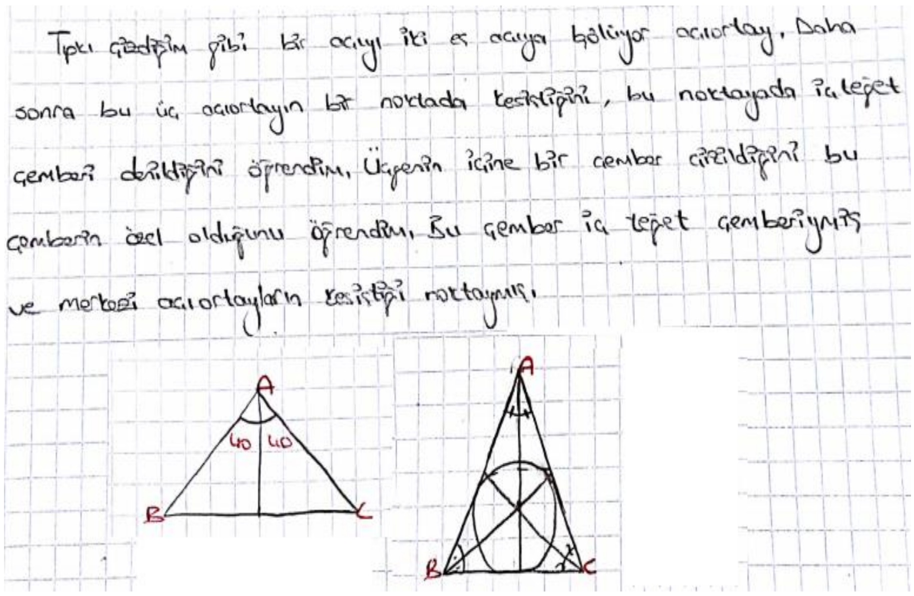
Şekil 67.” Açıortayları ve iç teğet çemberinin merkezini öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

1 öğrenci (Ö26) ise “*İşlediğimiz konuları görselleştirdik.”* yanıtını vermiştir. Bu öğrencinin soyut bilgileri bu sayede somutlaştırdığımızı vurguladığı söylenebilir. İç teğet çemberi ile öğrenciler ilk defa 8. Sınıfta karşılaşmaktadırlar fakat üçgenin yardımcı elemanlarıyla daha düşük sınıf seviyesinde (7.sınıf) karşılaşmaktadırlar. Bu öğrencinin daha önce öğrendiği bu kavramları bu etkinlik sayesinde görselleştirdiğini ifade ettiği görülmektedir (Şekil68).

Şekil 68. ” İşlediğimiz konuları görselleştirdik.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

Özetle bu oturum 3 aşamada değerlendirilmiştir. İlk aşamada “*Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz? Nasıl?”* sorusu yöneltilmiş fikirleri alınmış ve yorumlanmış (Tablo10), daha sonra origami etkinliği yapılıp iç teğet çember ile açıortay arasındaki ilişki sorgulattırılmış, alınan cevaplar değerlendirilmiş (Tablo11) en son olarak da oturum sonunda neler öğrendikleri yazdırılmış ve cevapları (Tablo12) yorumlanmıştır. Tablo 10’da görüldüğü gibi gönye kullanmadan açıortayı bulmak için 15 öğrenci origami yardımı ile açıyı ikiye katlamadan bahsetmiştir. 8 öğrenci ise bilmiyorum diye yanıt vermiştir. Tablo 11 ve 12’de görüldüğü gibi bu 15 öğrenciden 5 tanesi iç teğet çember ile açıortay arasındaki ilişkiyi görememiştir. Diğer önemli bir bulgu ise Ö8 açıortaylar bir noktada kesişir derken (Tablo11) neler öğrendiniz sorusuna bilmiyorum (Tablo12) yanıtını vermiştir.

Aşağıda Şekil 69’da Ö27‘nin, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir kısım yer almaktadır. Bu alıntıda öğrenci etkinliğin adımlarından bahsetmiştir. Ayrıca etkinliğin bazı adımlarını çizerek anlattığı görülmektedir. Öğrencinin yazdıklarından bir alıntı: ”... *iç teğet çemberinin merkezi açıortayların kesiştiği noktadadır…*” şeklindedir. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde açıortayları, iç teğet çemberini ve iç teğet çemberinin merkezini öğrendiğini ifade etmiştir.



Şekil 69. Ö27’nin günlüğünden ‘Açıortay Etkinliği’

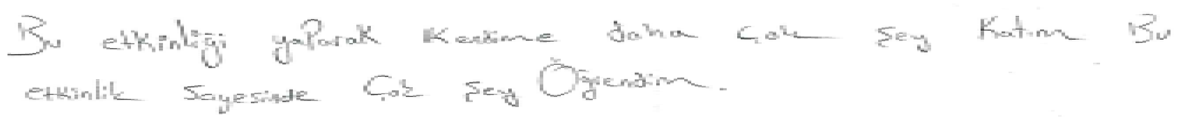
4.6. **Altıncı Oturumdan Elde Edilen Bulgular**

Bu oturuma katılan öğrenci sayısı 28’dir. Bu oturumda kullanılan çalışma yaprağı iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda origami talimatları yer alırken son kısımda etkinliği değerlendirmek amacıyla öğrencilere bir soru yöneltilmektedir. Kenarortay ve ağırlık merkezi ile ilgili yapılan origami etkinliğinden sonra öğrencilere “*Bu etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız.*” sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplardan elde edilen kategoriler Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13. Kenarortayla ilgili origami çalışmasından elde edilen kategoriler

Kategoriler		**f**		**%**
Neler öğrendiklerini yazanlar	Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir. Bu noktadan üçgen dengede durur. (Ö2,Ö9,Ö10,Ö11,Ö14,Ö17,Ö18,Ö22,Ö25,Ö27,Ö28)	11	25	%89,3
	Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir. (Ö1,Ö3,Ö4,Ö8,Ö12)	5		
	Ağırlık merkezini bulduk. Üçgen bu noktada dengede durur. (Ö7,Ö19,Ö29,Ö31)	4		
	Üçgen kenarortayların ortasında dengede durur. (Ö13,Ö26)	2		
	Kenarortayları ve üçgenin orta noktasını öğrendim. (Ö16)	1		
	Bütün ağırlık ortaya geldiği için eşit oluyor. Bu noktaya ağırlık merkezi deniyor.(Ö5)	1		
	Üçgenin kenarlarının ortalarını bulduk.(Ö21)	1		
Çok şey öğrendim. (Ö23)		1	1	%3,6
Yanıt vermeyenler (Ö6,Ö24)		2	2	%7,1
Toplam		28	28	%100

Tablo 13’den görüldüğü gibi; 25 öğrenci (%89,3) etkinlikten neler öğrendiklerini yazmışlardır. 2 öğrenci (Ö6,Ö24) soruyu yanıtsız bırakmış, 1 öğrenci (Ö23) ise ”*Çok şey öğrendim*” yanıtını vermiştir. ”*Çok şey öğrendim*” şeklinde açıklamada bulunan öğrencinin (Ö3) yanıtında neler öğrendiğini ifade etmediği görülmüştür (Şekil70).

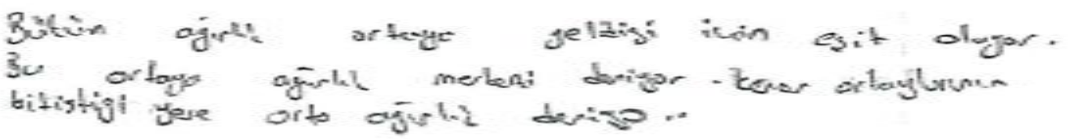


Şekil 70.” Çok şey öğrendim” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

Etkinlikten öğrendiklerini yazan 25 öğrenci arasından; 1 öğrenci (Ö21) "*Üçgenin kenarlarının ortalarını bulduk.*" yanıtını vermiştir. Bu öğrencinin etkinliğin ilk basamağından bahsettiği söylenebilir (Şekil71). Bu oturumda yapılan etkinliğin ilk adımında öğrencilerden üçgenin kenarlarının orta noktalarının bulunması istenmektedir. Burada öğrencinin bu adımı aktardığı söylenebilir.

Şekil 71."*Üçgenin kenarlarının ortalarını bulduk."* kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

1 öğrenci (Ö5) ise "*Bütün ağırlık ortaya geldiği için eşit oluyor. Bu noktaya ağırlık merkezi deniyor*." yanıtını vermiştir. Öğrencinin ağırlık merkezini kendi cümleleriyle açıklamaya çalıştığı görülmektedir (Şekil72). Bu öğrencinin ağırlık merkezinin özellikle fizik dersinde kullanılan bir özelliğini dile getirdiği söylenebilir. Yani önceden öğrendiği bilgilerle, bu etkinlikte öğrendikleri arasında bağdaşım yaptığı söylenebilir.



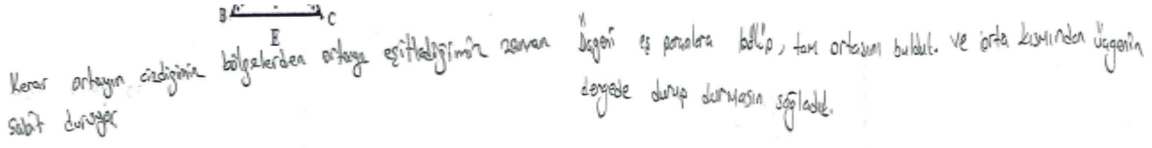
Şekil 72." Bütün ağırlık ortaya geldiği için eşit oluyor. Bu noktaya ağırlık merkezi deniyor." kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

"*Kenarortayları ve üçgenin orta noktasını öğrendim*." ise 1 öğrencinin (Ö16) kağıdın da yer almıştır. Bu öğrencinin "*orta nokta*" ifadesiyle üçgenin ağırlık merkezini kast ettiği söylenebilir (Şekil73).

Şekil 73." Kenarortayları ve üçgenin orta noktasını öğrendim." kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

2 öğrenci (Ö26,Ö13) ise "*Üçgen kenarortayların ortasında dengede durur*." yanıtını vermişlerdir. Bu öğrencilerin cevapları Şekil 74'de yer almaktadır. Burada öğrencilerin "üçgenin ortası" kelimeleriyle üçgenin ağırlık merkezini kast ettikleri söylenebilir. Bu

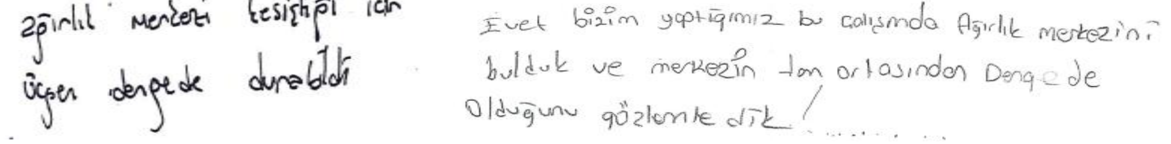
öğrencilerinde üstte yer alan yanıtları veren öğrencilerle benzer şekilde; ağırlık merkezinin fizik dersinde işlenen özelliğinden, yani bir üçgenin ağırlık merkezinden asılırsa dengede duracağından bahsettikleri görülmektedir. Gerçekten de ağırlık merkezinden asılan cisimler dengede dururlar.



Şekil 74.” Üçgen kenarortayların ortasında dengede durur.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

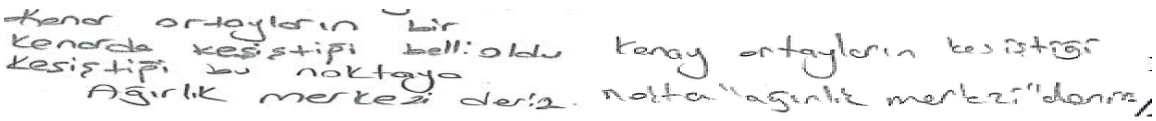
Ayrıca bu etkinliğin son kısmında zaten ağırlık merkezinden tutulan bir üçgenin dengede durduğunu öğrencilerin gözledikleri bir adım bulunmaktadır. Bu adım sayesinde öğrenciler ağırlık merkezinin bu özelliğini gözleme imkanı bulmuşlardır.

“*Ağırlık merkezini bulduk. Üçgen bu noktada dengede durur*.“ yanıtını ise 4 öğrenci (Ö7, Ö19, Ö29, Ö31) vermiştir. Etkinliğin son aşamalarında öğrenciler ağırlık merkezini bulmuşlardır, bu yüzden cevaplarında ağırlık merkezinin yer aldığı söylenebilir. Ayrıca bu öğrencilerin de yukarıdaki öğrenciler gibi ağırlık merkezinin aynı özelliğinden (dengede durmasından) bahsettikleri görülmüştür. Bir üçgen ağırlık merkezinden asılır ya da bir kalemin ucuna bu noktadan konursa; üçgen dengede durur. Öğrencilerin bu özellikten bahsettikleri yanıtlarında görülmektedir (Şekil75).



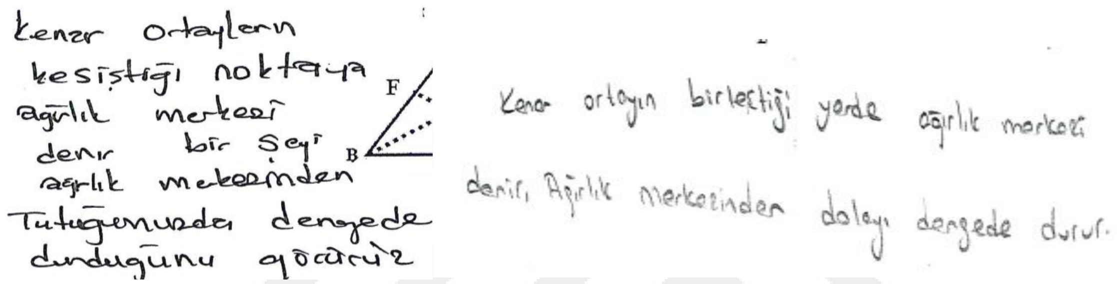
Şekil 75.” Ağırlık merkezini bulduk. Üçgen bu noktada dengede durur.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

“*Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir*.“ şeklinde yanıt veren 5 öğrenci (Ö1, Ö3, Ö4, Ö8, Ö12) bulunmaktadır. Bu öğrenciler ağırlık merkezinin matematik derslerinde sıklıkla kullanılan klasik tanımını yapmışlardır. Ayrıca bu etkinlikten ağırlık merkezinin ne olduğunu öğrendiklerini vurgulamışlardır (Şekil76).

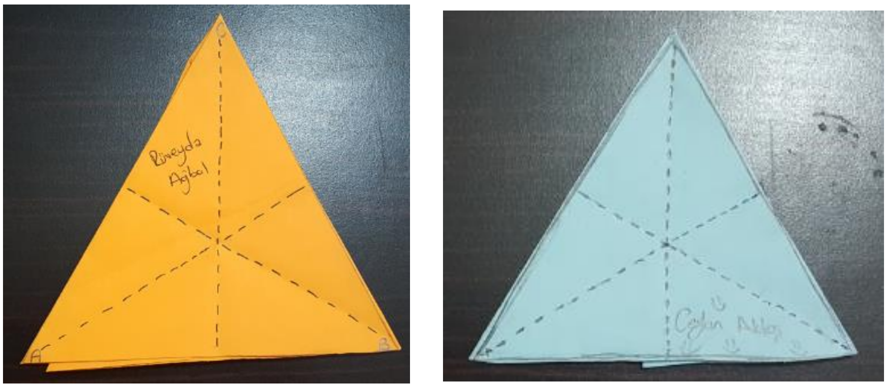


Şekil 76.” Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde en popüler cevabın; 11 öğrenci (%39,3) tarafından verilen “*Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir. Bu noktada üçgen dengede durur*.“ yanıtının olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin hem ağırlık merkezinin tanımını doğru şekilde yaptıkları hem de ağırlık merkezinin (daha çok fizik dersinde kullanılan bir) özelliğinden bahsettikleri görülmektedir (Şekil77).



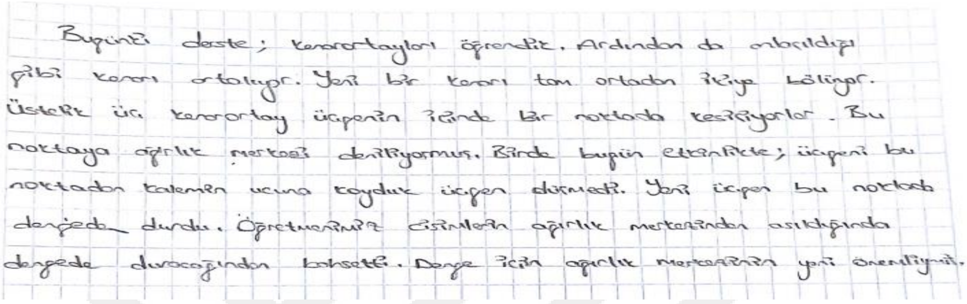
Şekil 77.” Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir. Bu noktada üçgen dengede durur.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler



Şekil 78. İki öğrencinin etkinlik sonrasında elde ettikleri origamiler

Etkinliğin son kısmında öğrencilerden üçgenin ağırlık merkezinde dengede durup durmadığını gözlemlemeleri istenmiştir. Öğrenciler için etkinliğin en dikkat çekici yönünün bu kısım olduğu söylenebilir. Çünkü öğrencilerin sıklıkla cevaplarında üçgenin ağırlık merkezinden asılırsa dengede durmasından bahsettikleri görülmektedir. Bu etkinlik sayesinde öğrenciler hem kenarortayları nasıl bulacaklarını öğrenme hem de ağırlık merkezinin bir özelliğini gözlemleme fırsatı bulmuşlardır.

Aşağıda Şekil 79'da Ö27'nin, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Bu alıntıda öğrencinin etkinliğin adımlarından bahsettiği görülmektedir. Öğrencinin yazdıklarından bir alıntı :" *...üç kenarortay üçgenin içinde bir noktada kesişiyorlar. Bu noktaya ağırlık merkezi deniliyormuş...*" şeklindedir. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde kenarortayı ve ağırlık merkezini öğrendiğini ifade etmiştir. Ayrıca üçgenin ağırlık merkezinden asılırsa dengede durduğunu gözlemlediğinden de bahsetmiştir.


Bugünki derste; kenarortayları öğrendik. Ardından da anlaşıldığı gibi kenarı ortalıyor. Yani bir kenarı tam ortadan ikiye bölüyor. Üstelik üç kenarortay üçgenin içinde bir noktada kesişiyorlar. Bu noktaya ağırlık merkezi deniliyormuş. Birde bugün etkinlikte; üçgeni bu noktadan kalemin ucuna koyduk üçgen düşmedi. Yani üçgen bu noktada dengede durdu. Öğretmenimiz cisimlerin ağırlık merkezinden asıldığında dengede duracağından bahsetti. Denge için ağırlık merkezinin yeri önemliymiş.

Şekil 79. Ö27'in günlüğünden 'Kenarortay Etkinliği'

4.7. Yedinci Oturumdan Elde Edilen Bulgular

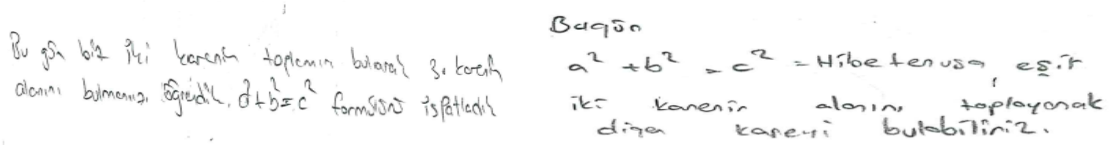
Bu oturumda matematikte Pisagor Formülü olarak bilinen, "*Bir dik üçgendeki iki dik kenarın uzunluklarının kareleri toplamı hipotenüsün uzunluğunun karesine eşittir*" teoreminin origami yöntemiyle ispatının keşfettirilmesinin hedeflendiği çalışma yaprağı (Ek8) uygulanmıştır. Oturuma 30 adet öğrenci katılmıştır.

Tablo 14."Bu etkinlikten neler öğrendiniz ?" cevaplardan elde edilen kategoriler

Kategoriler		**f**		**%**
$a^2 + b^2 = c^2$ formülünü ve iki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim. (Ö2,Ö3,Ö4,Ö5,Ö8,Ö11,Ö12,Ö14,Ö28,Ö29,Ö30)		11	11	%40,7
İki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim. (Ö1,Ö6,Ö10,Ö16,Ö18,Ö23,Ö25)		7	7	%26
Formül öğrendim.	$a^2 + b^2 = c^2$ formülünü öğrendim. (Ö7,Ö9,Ö19,Ö20,Ö26,Ö27,Ö31)	7	9	%33,3
	$a^2 + b^2 + c^2$ (Ö15)	1		
	Açıklama yok. (Ö24)	1		
Toplam		27	27	%100

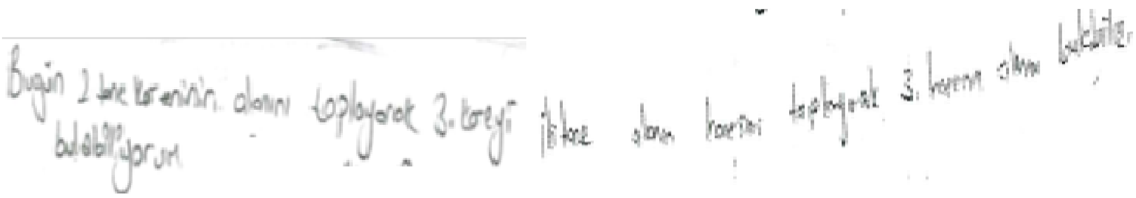
Origami talimatlarıyla başlayan çalışma yaprağının son kısmında "*Bu etkinlikten neler öğrendiniz?"* sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu soruya alınan yanıtların sınıflandırılmasıyla elde edilen kategoriler aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tablo 14'den görüldüğü üzere etkinliğe katılan 27 öğrenciden 11'i (% 40,7) " $a^2 + b^2 = c^2$ *formülünü ve iki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim*." yanıtını, 7 öğrenci (Ö1,Ö6,Ö10,Ö16,Ö18,Ö23,Ö25) *"İki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim.*" yanıtını ve 9 öğrenci ise " *Formül öğrendim*" yanıtını vermiştir. Bu yaprakta yer alan etkinliğe ait kazanım "*Dik üçgende Pisagor Teoremini ispatlar ve uygulamalar yapar."* dır. Bu kazanım 8. Sınıf Matematik Dersinin kazanımlarında "*Pisagor bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.*" şeklinde yer almaktadır. Bu kazanım görüldüğü üzere aslında 8.sınıfa ait kazanımlardan birisidir. Bu yüzden bu öğrenim seviyesindeki öğrencilerin formülü doğru şekilde ifade etmeleri beklenmektedir. Öğrenci yanıtları beklentileri karşılayacak şekildedir. Çünkü Tablo 14 incelendiğinde 25 öğrencinin formülü doğru şekilde ifade ettikleri görülmüştür.

Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğunluğu (11 öğrenci % 40,7) "$a^2 + b^2 = c^2$ *formülünü ve iki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim.*" şeklinde yanıt vermişlerdir. Bu yanıtı veren öğrencilerin etkinlikte formülü ispatlamak için kullanılan yöntemden yani; Pisagor formülünün bir uygulamasından bahsettikleri görülmüştür. Kısacası bu öğrencilerin Pisagor formülünü hem harflerle hem de yazarak (ispat yapmak için kullanılan yöntemi) açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Bu öğrencilerin cevaplarından örnekler Şekil 80'de yer almaktadır.



Şekil 80. **"**$a^2 + b^2 = c^2$ formülünü ve iki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim." kategorisindeki öğrenci cevaplarından örnekler

7 öğrenci (Ö1,Ö6,Ö10,Ö16,Ö18,Ö23,Ö25) "*İki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim*." yanıtını vermiştir. Bu öğrencilerin de etkinlikte kullanılan Pisagor teoreminin uygulamasını kağıtlarına yazarak anlattıkları cevaplarında görülmüştür. Etkinlikte ispat yapılırken iki karenin alanlarının toplamının kullanılması yüzünden, öğrencilerin dikkatinin bu yöne çekildiği söylenebilir. Nitekim cevaplarda bu olayı betimledikleri görülmektedir (Şekil81).

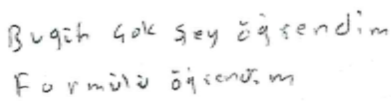


Şekil 81.” “İki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim.” kategorisinde yer alan öğrenci cevaplarından örnekler

“*Formül öğrendim.”* kategorisinde ise 9 öğrencinin cevapları yer almaktadır. Kategori kendi içinde 3 alt dala ayrılmaktadır. Bu alt kategorileri şu şekilde sıralayabiliriz:

1. “ $a^2 + b^2 = c^2$ *formülünü öğrendim*.”
2. “ $a^2 + b^2 + c^2$ *formülünü öğrendim*.”
3. ”*Formül öğrendim”* diyen ama açıklamada bulunmayan.

1 öğrenci (Ö24) cevabında formül öğrendiğini belirtmesine rağmen öğrendiği formülün ne olduğu hakkında açıklamada bulunmamıştır. Daha önceki oturumlarda da öğrencinin bu ifadeyi kullandığı görülmüştür (Şekil82).



Şekil 82.”Açıklama yok” kategorisindeki öğrenci cevabının örneği

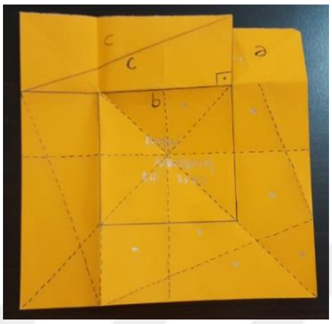
1 öğrenci (Ö15) ise “ $a^2 + b^2 + c^2$ *formülünü öğrendim*.” yanıtını vermiştir. Bu öğrencinin formülü şu şekilde “$a^2 + b^2 + c^2$” ifade ettiği görülmektedir (Şekil83). Bu öğrencinin formülü yanlış bir şekilde ifade ettiği cevabında görülmektedir. Daha önceden de belirtildiği gibi Pisagor Teoremiyle ilgili kazanım 8. Sınıfta yer almaktadır. Dolayısıyla bu sınıf seviyesinde yer alan öğrencinin teoremi doğru şekilde ifade etmesi beklenmektedir.

Şekil 83. “ $a^2 + b^2 + c^2$ formülünü öğrendim.” kategorisindeki öğrenci cevabı örneği

“$a^2 + b^2 = c^2$ *formülünü öğrendim*” kategorisinde 7 öğrencinin (Ö7, Ö9, Ö19, Ö20, Ö26, Ö27, Ö31) cevabı bulunmaktadır. Matematikte Pisagor Teoremi sıklıkla “$a^2 + b^2 = c^2$“

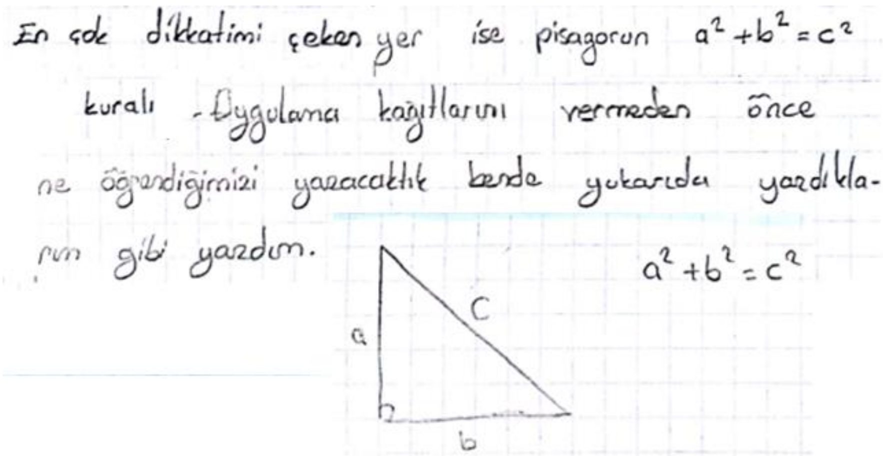
şeklinde tanınmaktadır. Bu öğrencilerin Pisagor Teoremini formüle ederek, bu teoremi harflerle sembolize ettikleri cevaplarında görülmektedir (Şekil 84).

Şekil 84. “ $a^2 + b^2 = c^2$ formülünü öğrendim.” kategorisindeki öğrencilerin cevaplarından örnekler



Şekil 85. Pisagor Teoremi etkinliğinin sonucunda bir öğrencinin elde ettiği origami

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde 2 öğrenci dışında bu etkinliğe katılan tüm öğrencilerin Pisagor teoremini doğru ifade ettikleri görülmüştür.



Şekil 86. Ö1’in günlüğünden ‘Pisagor Teoremi Etkinliği’

Yukarıda Şekil 86’da Ö1‘in, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Öğrencinin yazdıklarından bir alıntı :” *...en çok dikkatimi çeken yer ise Pisagor’un* $a^2 + b^2 = c^2$ *kuralı ...*” şeklindedir. Bu ifadeden anlaşılacağı üzere; öğrencinin dikkatini Pisagor Teoremi oldukça çekmiştir.

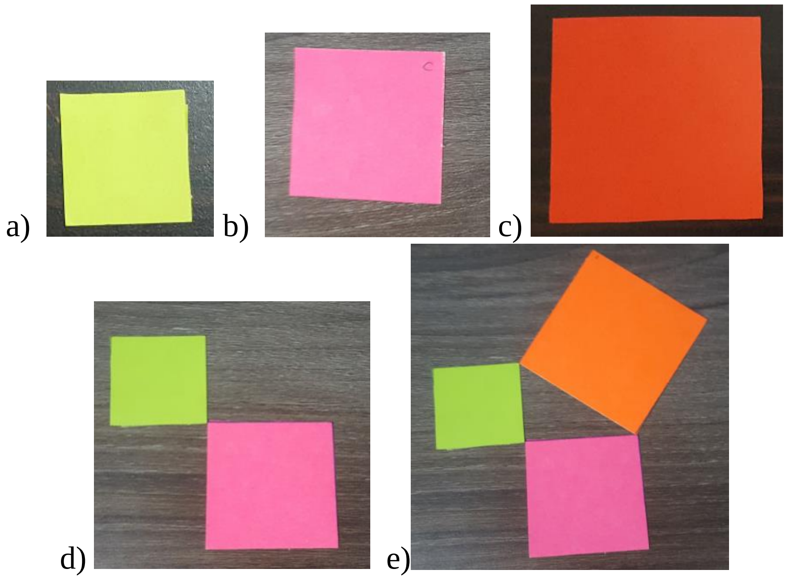
4.8. Pisagor Teoreminin Sözsüz İspatları

Sözsüz ispatlar yöntemi; bu araştırmada Pisagor Teoremi'nin ispatlanmasında kullanılmıştır. Sözsüz ispatlar uygulamasından önce araştırmacı; daha önceden bu yöntemle yapılan çalışmaları ve bu çalışmalarda kullanılan araçları incelemiştir. Katılımcıların sınıf seviyesi ve bu sınıf seviyesine ait kazanımlar dikkate alınarak yapılan incelemede, bu yönteme en uygun çalışma yapılabilecek konunun Pisagor Teoremi olduğu görülmüştür. Kaynaklarda Pisagor Teoremi'nin sözsüz ispatlar tekniğiyle yapılan ona yakın farklı ispatı yer almaktadır.

Bunun üzerine araştırmacı ve bir uzman Nelsen (2010) kitabında yer alan, Pisagor Teoremiyle ilgili sözsüz ispatları incelemişlerdir. Katılımcıların sınıf seviyesine, hazırbulunuşluluklarına, derste kolayca ve anlaşılabilir bir şekilde uygulanabilmesine göre en uygun iki sözsüz ispat seçilmiştir.

Bu oturumda Pisagor Teoreminin iki farklı sözsüz ispatı yapılmıştır ve her oturuma katılan öğrenci sayısı 29'dur. Oturumların her biri 40 dk sürmüştür. Dersler peş peşe yer aldığı için oturumlar peş peşe gerçekleştirilmiştir. Sözsüz ispatlar yönteminin uygulandığı oturumda çalışma yaprakları kullanılmamıştır. Bunun yerine tüm sınıfın aynı anda, araştırmacının talimatlarını takip ettiği adımlar izlenmiştir. Araştırmacı bütün sınıfın görmesi ve adımlarda aksaklık yaşanmaması adına ispatın daha önce kendisi tarafından hazırlanan parçalarını fotoğraflamış ve bunları slayt şekline getirmiştir. Derste her adımda slayttan da ilerlenmiştir.

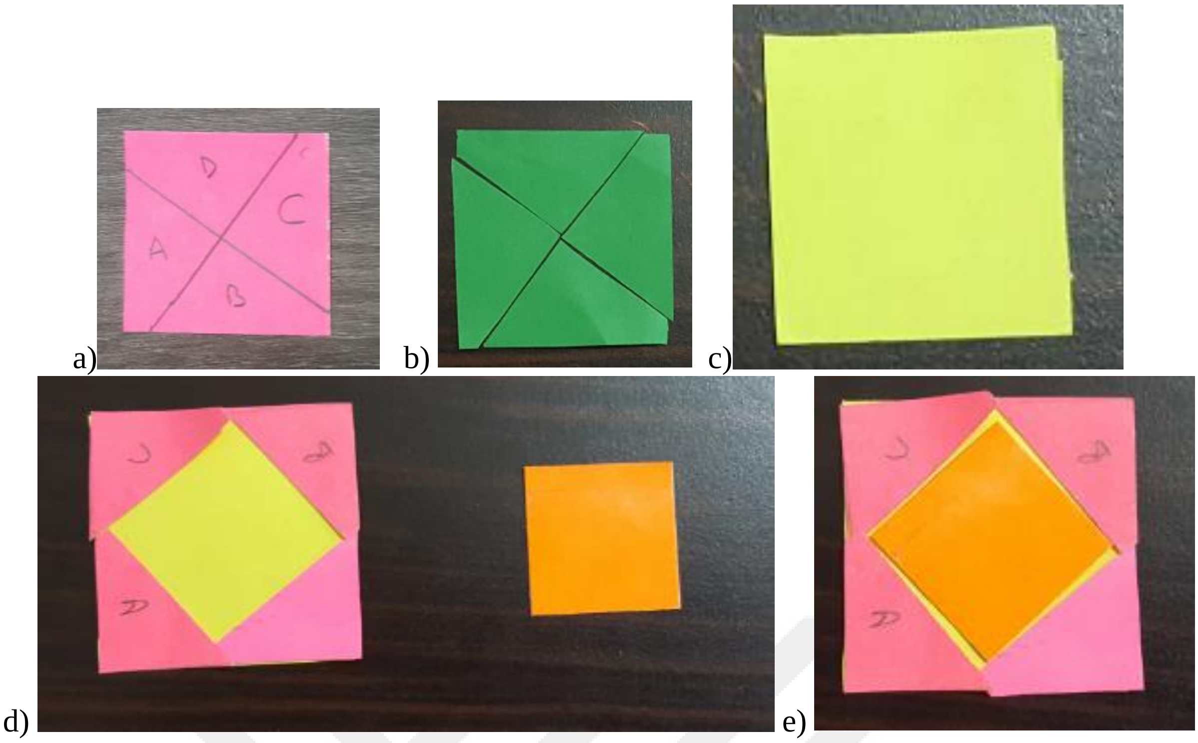
Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere cetvel, makas ve 3 farklı renkte kağıt, dağıtılmıştır. Öğrencilerin çalışma yapraklarını beklediklerini gören araştırmacı o gün farklı bir teknik kullanacaklarını öğrencilere anlatmıştır. Kısaca sözsüz ispat yönteminde bahsetmiştir. Daha sonra araştırmacı öğrencilerden renkli kağıtlardan birini seçmelerini istemiş, seçtikleri kağıda bir kenar uzunluğu 3 cm olan bir kare çizip, kesmelerini istemiştir. Şekil 87 a'da yer alan şekil slaytda açılmıştır.



Şekil 87. Pisagor Teoreminin Sözsüz İspatı (1) Adımları

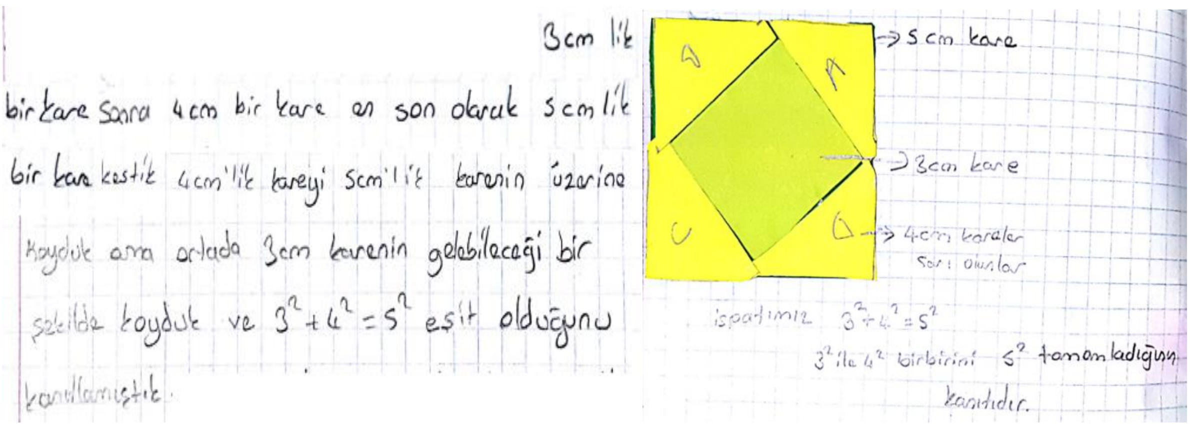
Bütün öğrenciler karelerini kestikten sonra araştırmacı bu sefer başka renkte bir kağıt seçmelerini ve bu kağıda ise bir kenar uzunluğu 4 cm olan bir kare çizip, kesmelerini istemiştir (Şekil 87 b). Bütün sınıf bu adımı yaptıktan sonra; araştırmacı ellerindeki son kağıda bir kenarı 5 cm uzunluğunda olan bir kare çizip kesmelerini istemiştir (Şekil 87c). Araştırmacı bir kenar uzunluğu 3 cm ve bir kenar uzunluğu 4 cm olan kareleri Şekil 87d ‘deki gibi bir araya getirmelerini istemiştir. Boşta kalan kısma bir kenar uzunluğu 5 cm olan karenin bir kenarının yerleşip yerleşmediğini sormuştur. Öğrenciler bir kenar uzunluğu 5 cm olan kareyi yerleştirince Şekil 87e’yi açmıştır. Böylece öğrencilere bu etkinlikten ne elde edildiğini sormuştur ve sınıfça sonuçlar tartışılmıştır. Öğrenciler 3-4-5 üçgenini elde ettiklerini, böylece Pisagor Teoreminin bir ispatını elde ettiklerini söylemişlerdir.

Araştırmacı bir sonraki oturumda teoremin ikinci sözsüz ispatına geçmiştir. Araştırmacı öğrencilerin dikkatlerini tekrar üzerine çekerek, farklı bir sözsüz ispatlar etkinliği gerçekleştireceklerini söylemiştir. Akıllı tahtada Şekil 88a’daki görseli açmıştır. Daha sonra öğrencilere bu görseldeki karenin bir kenar uzunluğu 4 cm olan kare olduğunu söylemiştir. Karenin üzerinde yer alan çizimi kendi karelerine de çizmelerini istemiştir. Çizimi ilk olarak kendi karesinde adım adım çizerek göstermiştir.



Şekil 88. Pisagor Teoreminin Sözsüz İspatı (2) Adımları

Öğrencilerin tamamı çizimi yaptıktan sonra, öğrencilerden işaretli yerlerden parçaları kesmeleri istenmiştir (Şekil 88b). Öğrenciler kesimi tamamladıktan sonra araştırmacı bir kenar uzunluğu 5 cm olan kareyi öğrencilerden çerçeve olarak kullanmalarını istemiştir (Şekil 88c). Bir kenar uzunluğu 4 cm olan karenin her bir parçası öğrencilerle birlikte adım adım yerleştirilmiştir (Şekil 88d). Yerleştirmeler bittikten sonra öğrencilerden ortada boş kalan kısma bir kenar uzunluğu 3 cm olan kareyi yerleştirmeleri istenmiş ve sonuç sınıfla tartışılmıştır. Ortada boş kalan alana bir kenar uzunluğu 3 cm olan kare sığmıştır (Şekil 88e).



Şekil 89. Ö9'un günlüğünden Sözsüz İspatlar Etkinlikleri

Bu sayede öğrenciler bir kenar uzunluğu 3cm olan ve bir kenar uzunluğu 4 cm olan karenin alanları toplamının bir kenarın uzunluğu 5cm olan karenin alanına eşit olduğunu görmüşlerdir. Öğrenciler iki karenin alanları toplamının üçüncü bir karenin alanına eşit olduğunu görmüşlerdir. Böylece "Pisagor Teoreminin Origami" oturumda yaptıkları ispatı bir kez daha farklı bir teknikle yinelemiş oldular.

Yukarıda Şekil 89'da Ö9'un, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Öğrencinin yazdıkları incelendiğinde, yapılan etkinliğin bir benzerini günlüğüne yaptığı ve kuralı açıklamaya çalıştığı görülmüştür. Bu çizimden anlaşılacağı üzere; öğrenci ispatı ve kuralı oldukça iyi anlamış olup ispatı evde tek başına tekrarlayabilmiştir. Buradan ise bu etkinliğin öğrenci için oldukça kalıcı olduğu anlamına geldiği düşünülebilir.

4.9. Sekizinci Oturumdan Elde Edilen Bulgular

Bu oturumda etkinliğe katılan öğrenci sayısı 29'dur. Bu yaprakta matematikte "Muhteşem Üçlü" olarak bilinen "*Bir dik üçgende hipotenüse çizilen kenarortayın uzunluğu hipotenüsün yarısına eşittir*" özelliğinin origami sayesinde öğretilmesi amaçlanmıştır. Bu konu "Üçgenin kenarortaylarının bir noktada kesiştiğini gösterir ve kenarortayla ilgili özellikleri açıklar." kazanımı alt başlığında yer almaktadır. Fakat bu özelliğin öğretilebilmesi için öğrencinin dik üçgen ve dik üçgenin özelliklerini bilmesi gerekmektedir. Bu yüzden dik üçgen konusu işlendikten sonra bu yaprak uygulanmıştır. Bu oturumdaki çalışma yaprağının son kısmında öğrencilere "*BD, DC ve AD doğrularının uzunluklarının birbirleriyle ilişkisi var mıdır? Varsa bu ilişkiyi ifade ediniz.*" sorusu yöneltilmiştir.

Tablo 15. "BD, CD ve AD doğrularının uzunluklarının birbirleriyle ilişkisi var mıdır? Varsa bu ilişkiyi ifade ediniz." sorusuna alınan yanıtlardan elde edilen kategoriler

<table>
<tr><th colspan="2">Kategoriler</th><th>F</th><th></th><th>%</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Doğru parçalarının uzunlukları arasında bağıntı vardır.</td><td>Üç doğru parçasının uzunlukları eşittir. (Ö1,Ö2,Ö6,Ö7,Ö8,Ö10,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14,Ö15,Ö17,Ö19,Ö21,Ö25,Ö28,Ö29,Ö30)</td><td>18</td><td rowspan="3">25</td><td rowspan="3">%86,2</td></tr>
<tr><td>Üç doğru parçasının uzunluğu da birbirine eşittir. Ayrıca muhteşem üçlü oluşmuştur. (Ö3,Ö9,Ö22,Ö23,Ö24,Ö26)</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Şekil çizerek açıklamış.(Ö4)</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">"Muhteşem Üçlü"yü ispatladık. (Ö5,Ö16,Ö20,Ö27)</td><td>4</td><td>4</td><td>%13,8</td></tr>
<tr><td colspan="2">Toplam</td><td>29</td><td>29</td><td>%100</td></tr>
</table>

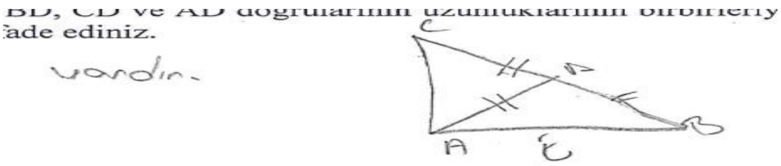
Bu soruyla hipotenüsün ve kenarortayın uzunluğu arasındaki bağıntının öğrencilere keşfettirilerek bulunması amaçlanmıştır. Soruya alınan yanıtlardan elde edilen kategoriler Tablo 15’de yer almaktadır. Tablo 15’de görüldüğü üzere 25 öğrenci (%86,2) “*Bu üç doğru parçasının uzunluğu arasında ilişki vardır*” yanıtını vermiş, 4 öğrenci ise “*Muhteşem üçlüyü ispatladık*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (%86,2) doğru parçaları arasında ilişkinin varlığını kabul etmiştir. İlişkinin varlığını kabul eden öğrencilerin cevaplarını incelendiğimizde; yanıtları kendi aralarında 3 ayrı kategoride değerlendirebiliriz. Bu kategorilerden ilki “*Üç doğru parçasının uzunlukları eşittir.*“ dir. Bu kategoride 18 öğrencinin yanıtı yer almaktadır. Bu öğrenciler üç doğru parçasının (çalışma yaprağında yer alan şekildeki) uzunluklarının birbirlerine eşit olduklarını ifade etmişlerdir (Şekil90).

Şekil 90.”Üç doğru parçasının uzunlukları eşittir.” adlı kategoride yer alan öğrenci yanıtlarından örnekler

İkinci alt kategori ise “*Üç doğru parçasının uzunluğu da birbirine eşittir. Ayrıca muhteşem üçlü oluşmuştur.*“’dir ve bu kategoride 6 öğrencinin (Ö3,Ö9,Ö22,Ö23,Ö24,Ö26) yanıtı yer almaktadır. Bu öğrencilerin yanıtlarından örnekler Şekil 91’de yer almaktadır. Muhteşem üçlü kavramı öğrencilerin karşısına ilk olarak 8. Sınıfta çıkmaktadır. 8. Sınıf matematik ders programında “Üçgende kenarortay, açıortay ve yüksekliği inşa eder.” kazanımının alt başlığında bu konuya değinilmektedir. Bu yüzden öğrencilerin bu bilgilerini kullanarak; böyle bir cevap verdikleri düşünülebilir.

Şekil 91.” Üç doğru parçasının uzunluğu da birbirine eşittir. Ayrıca muhteşem üçlü oluşmuştur.” adlı kategoride yer alan öğrenci yanıtlarından örnekler

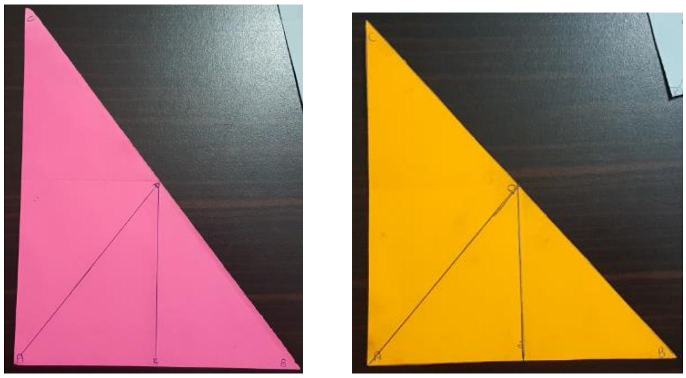
1 öğrenci (Ö4) ise soruya katlama sonucunda elde ettiği üçgenin şeklini çizerek yanıt vermiştir. Bu öğrenci doğru parçaları arasındaki ilişkinin varlığını kabul etmiş ve ilişkiyi şekil çizerek ifade etmiştir (Şekil92). Çizdiği şekil incelendiğinde üç doğrunun da uzunluğunun eşit olduğunu belirttiği görülmektedir.



Şekil 92.” Şekil çizerek açıklamış.” adlı kategoride yer alan öğrenci yanıtından örnek

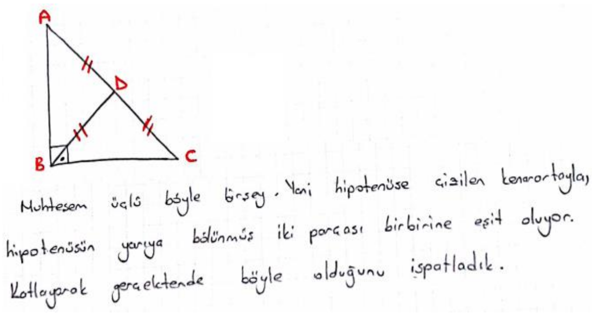
Doğru parçaları arasındaki ilişkiden bahsetmeyen 4 öğrenci vardır. Bu öğrenciler soruya “*Muhteşem üçlüyü ispatladık.*” şeklinde yanıt vermişlerdir. Bu öğrencilerin yanıtlarında üç doğru parçasının ilişkisi hakkında direk bir ifade yer almamaktadır. Fakat matematikte “Muhteşem Üçlü” olarak bilinen kavram, aslında ‘*Bir dik üçgende hipotenüse çizilen kenarortayın uzunluğu hipotenüsün uzunluğunun yarısına eşittir*’ kuralını ifade etmek için kullanılır. Bu yüzden öğrenciler yanıtlarında doğru parçaları arasındaki direk bir ilişkiden söz etmemelerine rağmen, ”muhteşem üçlü” ifadesini yanıtlarında kullanmalarından dolayı bu öğrencilerin dolaylı olarak doğru parçalarının uzunluklarının eşit olduklarını ifade ettikleri söylenebilir (Şekil93).

Şekil 93.” Muhteşem üçlüyü ispatladık” adlı kategorideki öğrenci yanıtlarından örnekler



Şekil 94. Muhteşem Üçlü etkinliği sonucunda iki öğrencinin elde ettiği origamiler

Bu oturumdan elde edilen bulgular incelendiğinde, etkinliğe katılan bütün öğrencilerin doğru yanıtlar verdikleri görülmektedir. Aşağıdaki Şekil 95’de Ö7‘nin, o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır.



Şekil 95. Ö7'nin günlüğünden Muhteşem Üçlü Etkinliği

Öğrencinin yazdıkları incelendiğinde, etkinlik sonrası elde edilen özelliği şekille çizerek açıklamaya çalıştığı görülmektedir. Öğrencinin "*...katlayarak böyle olduğunu ispatladık ...*" ifadesiyle, origami sonucunda bu özelliğin varlığının doğrulandığını belirttiği görülmektedir.

4.10. Dokuzuncu Oturumdan Elde Edilen Bulgular

Bu oturumdaki etkinliğe katılan öğrenci sayısı 16'dır. Etkinliğe katılan öğrenci sayısındaki düşüşün sebebi o gün derse az sayıda öğrencinin gelmesidir. Etkinlikler planlandıkları tarihte yapıldıkları için, araştırmacı programa bağlı kalmak adına etkinliği başka bir güne erteleyememiştir. Bu oturumda "*Üçgenin alanını veren bağıntıları oluşturur ve uygulamalar yapar*." kazanımına ulaşmak için; öğrencilere origami yöntemiyle dikdörtgenin alanı ve üçgenin alanı arasındaki bağıntı keşfettirilmek istenmiştir. Aslında bu kazanım 6.sınıf seviyesinde bir kazanım olup, 6.sınıf matematik dersi kazanımlarında "*Üçgenin alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.*" şeklinde yer almaktadır. Eğitim sistemimizin sarmal yapısından dolayı bu kazanım derinleşerek 9.sınıf kazanımları arasında yerini almıştır.

Oturumda kullanılan çalışma yaprağı 2 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısmında dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi ispatlayan origami etkinliği yer almaktadır. İkinci kısımda ise öğrencilere etkinliği değerlendirmeleri amacıyla "*Bu etkinlikten neler öğrendiniz?*" sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerden alınan cevaplar Tablo 16'da kategorilere ayrılmıştır.

Tablo 16. ”Bu etkinlikten neler öğrendiniz?” sorusundan elde edilen kategoriler

Kategoriler	f	%
Üçgenin alanı dikdörtgenin alanının yarısına eşittir. (Ö5,Ö6,Ö9,Ö10,Ö12,Ö14,Ö19,Ö27)	8	%50
Dikdörtgenin alanını bulmayı öğrendim.(Ö11-Ö16-Ö28)	3	%18,8
Dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi öğrendim. Üçgenin alanını bulmayı öğrendim. (Ö1,Ö13)	2	%12,5
Üçgenin alanını bulmayı öğrendim. (Ö23,Ö25)	2	%12,5
Eşit kenar üçgeni öğrendim. Dikdörtgenden iki tane üçgen çıkardık. (Ö15)	1	%6,2
Toplam	16	%100

Tablo 16’dan görüldüğü üzere verilen yanıtlar 5 kategori altında toplanmıştır. “*Bu etkinlikte neler öğrendiniz ?”* sorusuna sadece 1 öğrenci (Ö15) “*Eşit kenar üçgeni öğrendim. Dikdörtgenden iki tane üçgen çıkardık.*“ yanıtını vermiştir (Şekil 96). Etkinliğin bir adımında birbirine eş iki adet üçgen elde edilmiştir. Bu öğrencinin yanıtı incelendiğinde etkinlikteki bu basamaktan bahsettiği söylenebilir. “*Eşit kenar üçgen*” ifadesiyle kast ettiğinin, etkinlik esnasında elde ettiği üçgenlerin birbirine eş üçgen olmasıdır denilebilir.


Bu etkinlikten eşitkenar üçgeni öğrendim.
dikdörtgenden 2 tane üçgen çıkardık öğretmenimizin yardımıyla

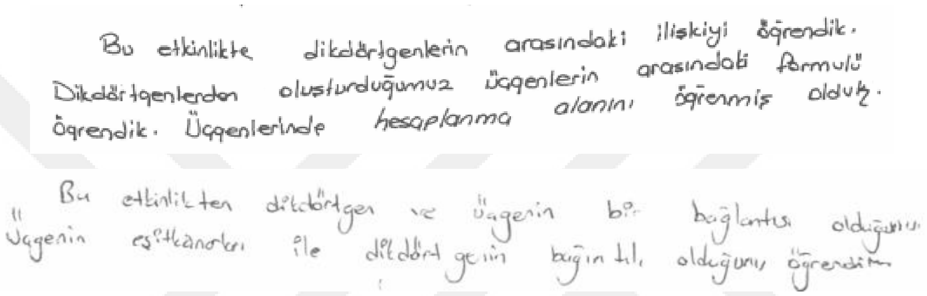
Şekil 96.” Eşit kenar üçgeni öğrendim. Dikdörtgenden iki tane üçgen çıkardık.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnek

“*Üçgenin alanını bulmayı öğrendim.*“ şeklinde yanıt veren 2 öğrenci (Ö23, Ö25) bulunmaktadır. Üstte belirtildiği gibi üçgenin alan bağıntısıyla ilgili kazanım ilk olarak 6. Sınıf seviyesinde yer almaktadır. Bu yüzden bu sınıf seviyesinde yer alan öğrencilerin verilen bir üçgenin alanını kolaylıkla bulmaları beklenmektedir. Etkinlikte üçgenin alanı üzerinde durulmuştur. Bu sebeple öğrencilerin bu noktayı cevaplarında dile getirdikleri söylenebilir (Şekil 97).


Bu etkinlikten üçgenin alanının nasıl bulunabileceğini
Öğrendim.

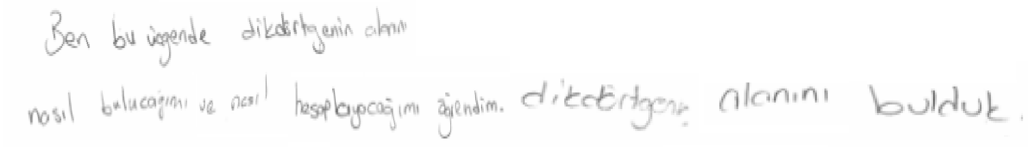
Şekil 97.” Üçgenin alanını bulmayı öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtından örnekler

“*Dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi öğrendim. Üçgenin alanını bulmayı öğrendim*.“ yanıtını veren 2 öğrenci (Ö1,Ö13) bulunmaktadır. Öğrencilerin cevapları Şekil 98’de yer almaktadır. Etkinlik dikdörtgenin alanı yardımıyla üçgenin alanını öğretmeye dayalıdır. Etkinliğe katılan öğrenciler kullandıkları kağıdı katlayarak; iki farklı üçgen elde etmişlerdir. Simetrik katladıklarından dolayı toplam 4 adet üçgen elde etmişlerdir. Eş olan üçgenlerden birinin alanına *S* derken, diğer eş olan üçgenlerden birinin alanına *A* demişlerdir. Buradan da hareketle etkinlikte üçgenin alanı ile dikdörtgenin alanı arasındaki ilişki öğretilmeye çalışılmıştır.



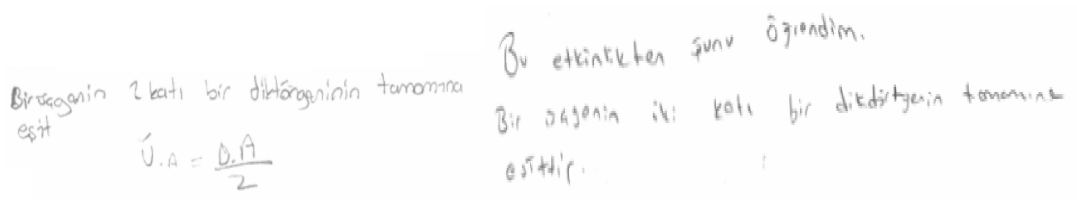
Şekil 98.” Dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi öğrendim. Üçgenin alanını bulmayı öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

“*Dikdörtgenin alanını bulmayı öğrendim.*“ cevabını 3 öğrenci (Ö11,Ö16,Ö28) vermiştir. Etkinliğin bir aşamasında öğrencilerin dikdörtgenin alanı yardımıyla üçgenin alanını ifade etmeleri istenmiştir. Bu yüzden bu yanıtı veren öğrencilerin etkinliğin sadece bir aşamasına odaklandıkları söylenebilir (Şekil99).

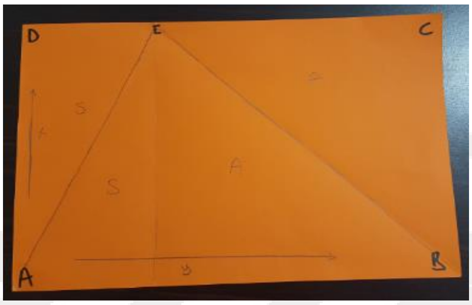


Şekil 99.” Dikdörtgenin alanını bulmayı öğrendim.” kategorisindeki öğrenci yanıtlarından örnekler

Etkinliğe katılan öğrencilerin 8 tanesi (Ö5,Ö6,Ö9,Ö10,Ö12,Ö14,Ö19,Ö27) (%50) ise “*Üçgenin alanı dikdörtgenin alanının yarısına eşittir*.” cevabını vermiştir (Şekil100). Bu öğrencilerin etkinlikten elde edilen sonuca odaklandıkları görülmektedir. Çünkü son basamakta öğrencilerden üçgenin alanı ile dikdörtgenin alanı arasındaki bağıntıyı keşfetmeleri amaçlanmıştır.

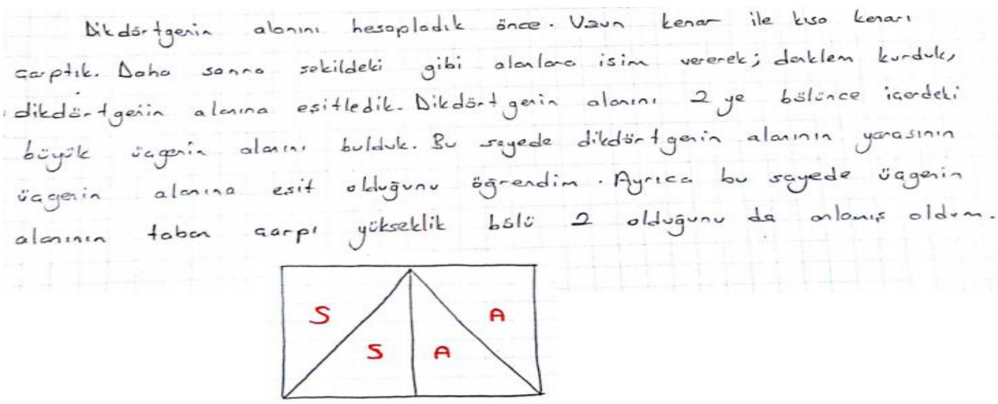


Şekil 100.” Üçgenin alanı dikdörtgenin alanının yarısına eşittir.” yanıtından örnekler



Şekil 101. “Üçgenin Alanı” etkinliğinin sonucunda bir öğrencinin elde ettiği origami

Oturumdan elde edilen bulgular öğrencilerin hedeflenen kazanımı kazandıkların göstermektedir. Aşağıda Şekil 102’de Ö1‘in o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Bu alıntıda öğrencinin etkinliğin adımlarından bahsettiği görülmektedir. Öğrencinin yazdıklarından bir alıntı :” *...dikdörtgen alanını ikiye bölünce üçgenin alanını bulduk. Bu sayede dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanına eşit olduğunu öğrendim…*” şeklindedir.



Şekil 102. Ö1’in günlüğünden Üçgenin Alanı Etkinliği

Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanının yarsına eşit olduğunu, ayrıca üçgenin alan formülünü de öğrendiğini ifade etmiştir. Ayrıca üçgenin ağırlık merkezinden asılırsa dengede durduğunu gözlemlediğinden de bahsetmiştir.

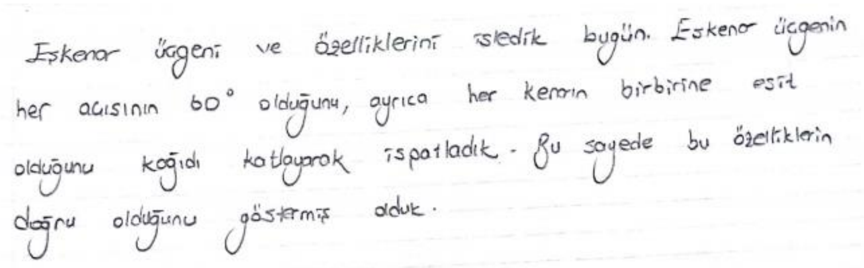
4.11. İzlenen Öğrencilerden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda görüşme yapılan öğrencilerin her birinin süreç boyunca öğrenmeleri ayrı ayrı başlıklar halinde özetlenmiştir. Bu sayede bu öğrencilerin öğrenme süreçleri daha iyi yansıtılacaktır.

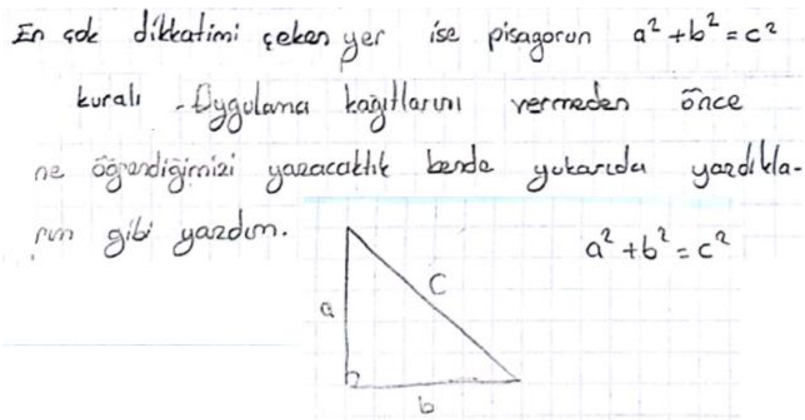
4.11.1. Ö1'den elde edilen bulgular

180° kavram karikatüründe Ö1 üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 360° olduğunu belirtmiştir. Gerekçesini ise üçgenin iki açısı 90° üçüncü açısı 180° (Tablo 4) olarak açıklamıştır. Aynı etkinlikle yöneltilen gönye kullanmadan iç açılarının ölçülerini "*kural olduğu için bulabiliriz"* (Tablo 5) şeklinde açıklamıştır. 2. Oturumda origami ile üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının ne olabileceği hakkında yöneltilen soruya 180° demiş ve doğru açı ile ilişki kurarak açıklayan 3 öğrenciden birisi olmuştur. Bu önemli bir kazanımdır.

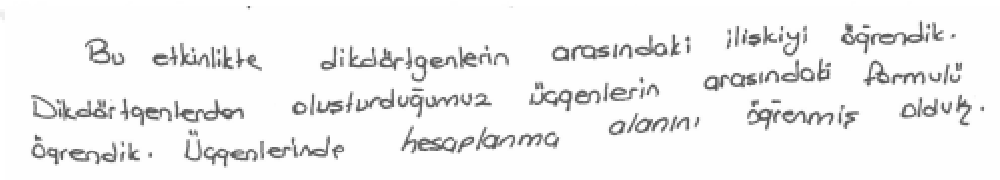
Bu öğrenci 3. oturumda yapılan ikizkenar üçgen origami etkinliği sonunda ikizkenar üçgenin eş olan taban açılarının ölçüleri arasında bir bağıntıyı keşfettirmeye yönelik sorulan "*A açısının ölçüsü ile B açısının ölçüsü arasında bir bağıntı var mıdır?*" sorusuna "*Evet vardır. Çünkü 2 adet ikizkenar ortaya çıktı. Aynı eşitliktedir"* (Tablo 7-Şekil 45) şeklinde yanıt vermiştir. Bu öğrencinin bu soruda matematik dilini doğru kullanamadığı, bağıntının varlığını kabul etmesine rağmen açıların ölçülerinden bahsetmediği görülmektedir. Eşkenar üçgene yönelik yapılan 4. Oturumda Ö1 eşkenar üçgen etkinliğinden önce; eşkenar üçgeni ile bildiklerini ölçmeye yöneltilen soruda eşkenar üçgenin "*kenar uzunlukları aynı olan fakat açılarının ölçülerini farklı olan bir üçgen*" (Tablo 8) olarak tanımlamıştır. Bu cevap Ö1'in eşkenar üçgen ile de öğrenme, bilgi eksiklerinin olduğunu göstermektedir. Etkinlik sonrasında neler öğrendiklerini özetlemeye yönelik sorulan soruda ise eşkenar üçgenin kenar uzunluklarının eşit olduğunu (Tablo 9) dile getirmiştir fakat açılar ile ilgili bir şey yazmamıştır. Aşağıda verilen şekilde o gün günlüğe yazdıkları verilmiştir.


Eşkenar üçgeni ve özelliklerini işledik bugün. Eşkenar üçgenin her açısının 60° olduğunu, ayrıca her kenarın birbirine eşit olduğunu kağıdı katlayarak ispatladık. Bu sayede bu özelliklerin doğru olduğunu göstermiş olduk.

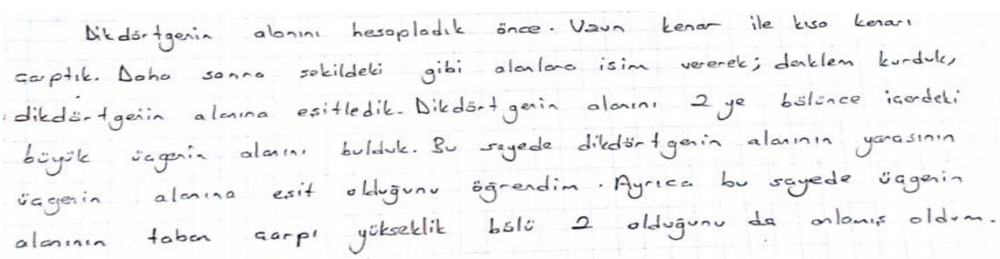
Şekilden de görüldüğü gibi Ö1 süreç başında eşkenar üçgenin açılarının farklı olduğunu ifade ederken origami etkinliğinden sonra öğrendiğini ifade etmiştir. Üstelik önemli bir bulgu ise günlüğünde özellik olarak gördüklerini ispatladıklarını ifade etmiş olmasıdır. Açıortay ile ilgili olan 5. oturumda ise ilk soru olan **“***gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz*? sorusuna Ö1 “*üçgenin bir açısını ikiye katlayarak bulabilirim*” yanıtını vermiştir. Bu cevap öğrencinin hazır bilgiden yola çıkarak yani açıortay tanımından yola çıkarak açıyı ölçüp açıortayı bulmak yerine buna alternatif kağıt kullanarak açıortayı bulmayı kestirebildiği bu sayede transfer yapabildiği söylenebilir. İç teğet çemberi ile açıortay arasında ilişki sorulduğunda ise iç teğet çemberi ile açıortay arasındaki bir ilişki olduğunu kabul etmiş, iç teğet çemberinin açıortayları belirlediğini (Tablo 11) dile getirmiştir. Etkinliğin sonucunda ise iç teğet çemberini öğrendiğini (Tablo 12) dile getirmiştir. 6. Oturumda Kenarortay etkinliği sonucunda yöneltilen neler öğrendiniz sorusuna “*Kenarortayların kesiştiği noktaya ağırlık merkezi denir.*” diyerek ağırlık merkezini öğrendiğini belirtmiş ve ağırlık merkezinin tanımını doğru yapabilmiştir. Pisagor Teoremi ile ilgili olan 7. oturumda etkinlik sonunda bugün neler öğrendiniz sorusuna “İki karenin alanlarının toplamının başka bir karenin alanına eşit olduğunu öğrendim.” yanıtını verdiği, yanıtında etkinlikte teoremin ispatını yapmak için kullanılan yöntemi tasvir ettiği görülmüştür. Aşağıdaki şekilde o gün günlüğüne yazdıkları görülmektedir.

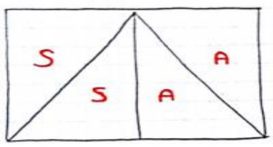

En çok dikkatimi çeken yer ise pisagorun $a^2+b^2=c^2$ kuralı. Uygulama kağıtlarını vermeden önce ne öğrendiğimizi yazacaktık bende yukarıda yazdıklarım gibi yazdım.

Yazdıkları incelendiğinde kağıdına bir dik üçgen çizerek teoremi ifade etmeye çalıştığı görülmektedir. 8. Oturumda “Muhteşem Üçlü” olarak bilinen “*Bir dik üçgende hipotenüse çizilen kenarortayın uzunluğu hipotenüsün yarısına eşittir*” özelliğinin origami sayesinde öğretilmesi amaçlanmıştır. Çalışma yaprağının son kısmındaki “*Verilen üç doğru parçası arasındaki ilişki var mıdır Varsa bu ilişkiyi ifade ediniz*” sorusu yöneltilmiştir. Burada amaç öğrencilerin üç doğru parçasının uzunluklarının birbirlerine eşit olduğunu görmelerini sağlamaktır ve Ö1 de yöneltilen soruya “*Üç doğru parçasının uzunlukları eşittir*” cevabını vermiştir. Son oturum olan 9. Oturumda Üçgenin alanı ile dikdörtgenin alanı arasındaki bağıntıyı içeren etkinlik uygulanmış ve benzer şekilde oturum sonucunda “*Neler öğrendiniz?*” sorusu yöneltilmiştir. Ö1 dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi ve üçgenin alanını bulmayı öğrendim yanıtını vermiştir. Cevabı aşağıda şekilde verilmiştir.


Bu etkinlikte dikdörtgenlerin arasındaki ilişkiyi öğrendik. Dikdörtgenlerden olusturduğumuz üçgenlerin arasındaki formulü öğrendik. Üçgenlerinde hesaplanma alanını öğrenmiş olduk.

Ö1’in günlüğünden yapılan alıntıya dikkat edilince, öğrencinin o günkü etkinliği anlattığı görülmektedir. Aşağıda Ö1‘in o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır. Bu alıntıda öğrencinin etkinliğin adımlarından bahsettiği görülmektedir. Öğrencinin yazdıklarından bir alıntı :” *...dikdörtgen alanını ikiye bölünce üçgenin alanını bulduk. Bu sayede dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanına eşit olduğunu öğrendim...*” şeklindedir.


Dikdörtgenin alanını hesapladık önce. Uzun kenar ile kısa kenarı çarptık. Daha sonra şekildeki gibi alanlara isim vererek; denklem kurduk, dikdörtgenin alanına esitledik. Dikdörtgenin alanını 2 ye bölünce içerdeki büyük üçgenin alanını bulduk. Bu sayede dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanına esit olduğunu öğrendim. Ayrıca bu sayede üçgenin alanının taban çarpı yükseklik bölü 2 olduğunu da anlamış oldum.

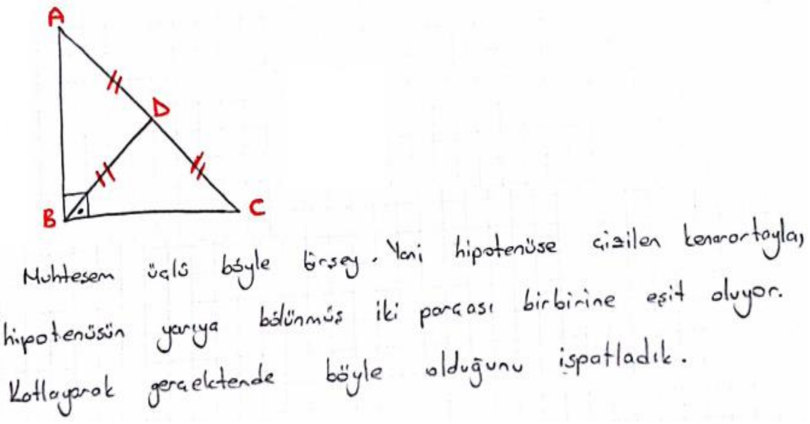


Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere; öğrenci origami sayesinde dikdörtgenin alanının yarısının üçgenin alanının yarsına eşit olduğunu, ayrıca üçgenin alan formülünü de öğrendiğini ifade etmiştir. Ayrıca üçgenin ağırlık merkezinden asılırsa dengede durduğunu gözlemlediğinden de bahsetmiştir. Yani Ö1'in etkinlik sonrası verdiği yanıtını günlüğünde tekrar ettiği görülmektedir.

Özetlenecek olursa, Ö1 sürecin başında üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını, eşkenar üçgen gibi kavramlarda sıkıntılar yaşarken origami etkinlikleri ile bu sıkıntıların üstesinden gelmiş, yanlış öğrenmelerini gidermiş üstelik diğer oturumlarda beklenen cevapları vermeye ve öğrendiklerini transfer etmeye başlamıştır.

4.11.2. Ö7'den Elde Edilen Bulgular

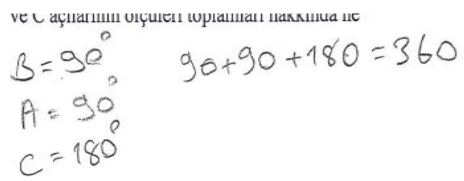
180^o kavram karikatüründe Ö7 üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının zamanında 180^o bulduğunu belirtmiştir. "*Gönye kullanmadan bulabilir misiniz?*" sorusuna ise bulabiliriz demesine rağmen açıklama olarak "*Üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirine eşittir* 60^o *dir*." şeklinde yanıt vermiştir. Bu cevaptan Ö7'nin eşkenar üçgenden öğrendiği bilgiyi genellediği ve tüm üçgenler için geçerli olduğu bilgisine sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. 2. Oturumda üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamına yönelik origami etkinliğinde de Ö1 gibi Ö7'de doğru açı ile ilişkilendirmiştir. 3. oturumdaki ikizkenar üçgen origami etkinliği sonunda Ö7 üçgen ikizkenar üçgen olduğundan taban açılarının ölçülerinin birbirlerine eşit olduğunu ifade etmiştir. 4. oturumda eşkenar üçgen etkinliğinden önce; eşkenar üçgeni sadece iki kenarının uzunluğu eşit olan bir üçgen olarak tanımlamıştır. Görüldüğü gibi Ö7'de Ö1 gibi eşkenar üçgen ile ilgili eksik bilgileri vardır. Etkinlik sonrasında ise eşkenar üçgenin her kenarının uzunluğunun eşit olduğunu ifade etmiştir. Görüldüğü gibi öğrenci etkinliğin başında eşkenar üçgenin sadece iki kenarın uzunluğunun eşit olduğunu ifade etmişken, etkinlik sonrasında eşkenar üçgenin bir özelliğini (her kenarının uzunluğunun eşit olduğunu) doğru olarak ifade etmiştir. Fakat açılar ile ilgili bir şey ifade etmemiştir. 5. oturumda "*Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz?* " sorusuna Ö1 ile aynı şekilde üçgenin bir açısını ikiye katlayarak bulabilirim yanıtını vermiştir. Görüldüğü gibi Ö7 de Ö1 gibi öğrendiği bilgiyi transfer ederek açıortay ile ilgili kabul edilebilir bir yanıt vermiştir. Aynı oturumun etkinliğin sonundaki iç teğet çemberi ile açıortay arasındaki ilişkiyi, "*çünkü noktalardan geçiyor*" ile ifade etmiştir. Burada öğrencinin, iç teğet çemberinin merkezinin açıortayların kesim noktasından geçtiğini anlatmaya çalıştığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca etkinliğin bitiminde ne öğrendiniz sorusuna iç teğet çemberini öğrendim şeklinde yanıt vermiştir. 6. oturumda ise neler öğrendiğini ifade ederken ağırlık merkezini bulmayı öğrendiğini ve ağırlık merkezinin üçgenin denge noktası olduğunu öğrendiğini dile getirmiştir. 7. oturumda Pisagor Teoremi ile ilgili **e**tkinlik sonunda bugün neler öğrendiniz sorusuna $a^2 + b^2 = c^2$ formülünü öğrendiğini ifade etmiştir. Muhteşem Üçlü ile ilgili 8. oturumda Ö1 ile aynı şekilde Ö7'de üç doğru parçası arasındaki ilişkini varlığını kabul etmiş, bu üç doğru parçasının da uzunluklarının eşit olduğunu ifade etmişlerdir. Günlüğünde ise aşağıda verildiği gibi yazmıştır.



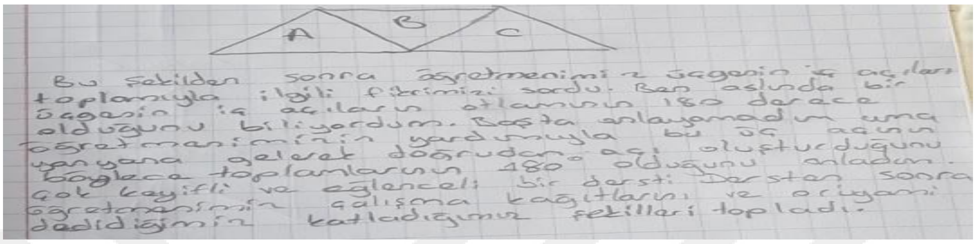
Görüldüğü gibi dik üçgen çizerek, hem şekil üzerinde hem de sözel olarak muhteşem üçlü kavramını anlatmaya çalışmıştır. Bu dik üçgende de verilen üç doğru parçasının uzunluklarını eşit olarak işaretlediği görülmektedir. Ayrıca günlüğünde gerçekten katlayarak böyle olduğunu ispatladık diye ifade etmiştir. Bu ise origami ile neden bu şekilde olduğunu kavradığı ya da açıkça gördüğü şeklinde yorumlanmıştır. O gün okula gelmediği için 9. oturuma katılmamıştır.

4.11.3. Ö9'dan Elde Edilen Bulgular

180° kavram karikatüründe Ö9 üçgenin iki dik açıya sahip olduğunu bu yüzden üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu belirtmiştir. Bu ilginç cevaplar arasındadır. Aynı etkinlikle yöneltilen gönye kullanmadan iç açılarının ölçülerini bulabileceğini Ö7 ile aynı şekilde "*Üçgenin iç açılarının ölçüleri birbirine eşittir 60° dir*" yanıtını vermiştir. Görüldüğü gibi kavram karikatürü ile buradaki cevap tutarlılık göstermemektedir. 2. oturumdaki origami etkinliğinin son kısmında ise "*A, B ve C açılarının ölçüleri toplamı 360°dir. A ve B açılarının ölçülerini 90°,C açısının ölçüsünü ise 180° kabul etme* " kategorisinde cevap vermiştir. Bu öğrencinin verdiği cevap aşağıda verilmiştir.

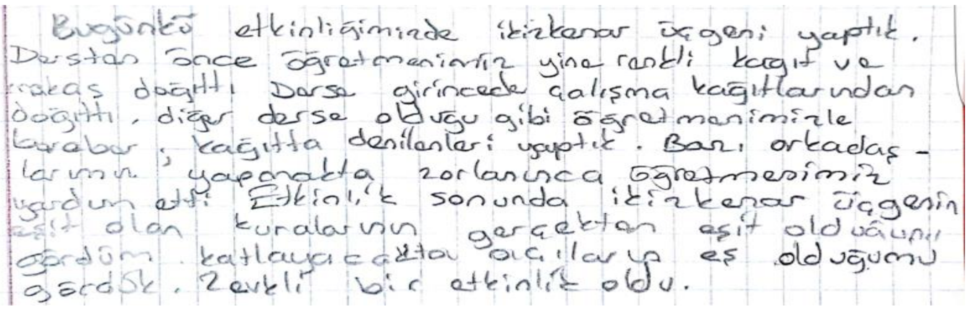


Görüldüğü gibi Ö9 kavram karikatüründe 180 olmasının nedenini “*İki dik açının ölçüsü toplamı 180º dir*” şeklinde açıklarken burada da A ve B açılarının ölçülerini 90 alıp işlem yapmıştır. Görüldüğü gibi bu cevap birbiri ile tutarlıdır. Ö9 üçgende iki açının ölçüsünü 90º olarak düşünüp iç açılarının ölçüsü toplamına 180 derken yukarıda şekilde gösterildiği gibi yine iki açıyı dik alıp 3. açıyı 180 olarak almıştır. Bu sayede 360 olarak bulmuştur. Ö9‘un o günkü etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlükten bir alıntı aşağıda yer almaktadır.



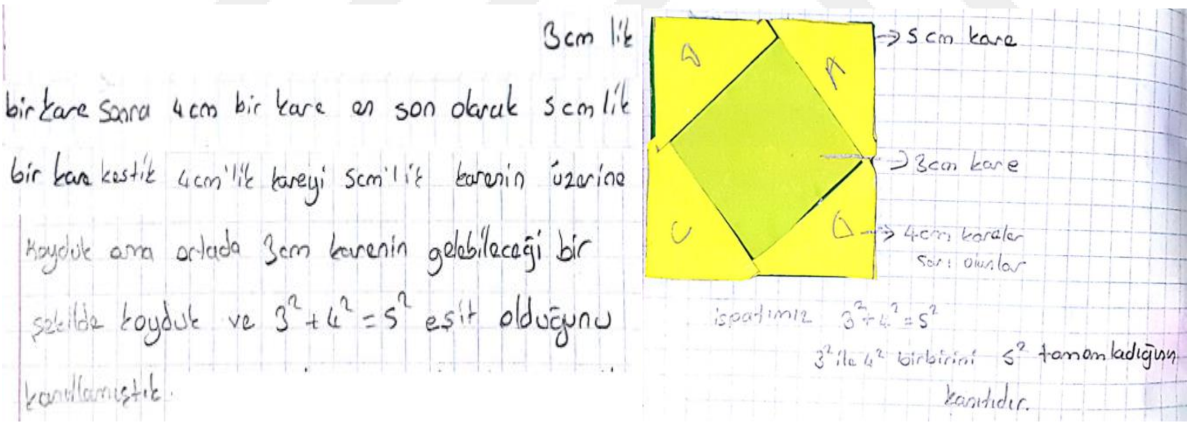
Bu şekilden sonra öğretmenimiz üçgenin iç açıları
toplamıyla ilgili fikrimizi sordu. Ben aslında bir
üçgenin iç açıların toplamının 180 derece
olduğunu biliyordum. Başta anlayamadım ama
öğretmenimizin yardımıyla bu üç açının
yanyana gelerek doğrudan açı oluşturduğunu
böylece toplamlarının 180° olduğunu anladım.
Çok keyifli ve eğlenceli bir dersti. Dersten sonra
öğretmenimizin çalışma kağıtlarını ve origami
dedidiğimiz katladığımız şekilleri topladı.

Görüldüğü gibi öğrenci etkinliğin 2. adımını çizmiş ardından öğretmeninin üçgenin iç açıları toplamını sorduğunu ve kendisinin zaten 180º olduğunu bildiğini ifade etmiştir. Oysa yukarıda ifade edildiği gibi kavram karikatüründe iki dik açıya sahip olduğunu bu yüzden üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180º olduğunu belirtirken burada doğru açı ile ilişkilendirerek 180 olduğunu anladığını ifade etmiştir. Başta anlayamadım öğretmenimizin yardımı ile anladım ifadesi önemli bir bulgudur. Keyifli ve eğlenceli bir dersti şeklinde yazması süreçten keyif aldığını göstermektedir. 3. oturumda ikizkenar üçgenin eş olan taban açılarının ölçüleri arasında bir bağıntıyı keşfettirmeye yönelik sorulan soruya *“İkizkenar üçgen olduğu için taban açılarının ölçüleri birbirlerine eşittir.”* yanıtını vermiştir. Bu etkinlik sonunda Ö9‘un tutmuş olduğu günlükten bir alıntı yer almaktadır.


Bugünkü etkinliğimizde ikizkenar üçgeni yaptık.
Dersten önce öğretmenimiz yine renkli kağıt ve
makas dağıttı. Derse girincede çalışma kağıtlarından
dağıttı, diğer derse olduğu gibi öğretmenimizle
beraber; kağıtta denilenleri yaptık. Bazı arkadaş-
larımız yapmakta zorlanınca öğretmenimiz
yardım etti. Etkinlik sonunda ikizkenar üçgenin
eşit olan kenarlarının gerçekten eşit olduğunu
gördüm. katlayarakta açıların eş olduğunu
gördük. Zevkli bir etkinlik oldu.

Görüldüğü gibi Ö9 etkinliğin uygulama sürecini özetlemiştir. Keyif aldığı görülmektedir. Önemli bir bulgu ise *“ikizkenar üçgenin eşit olan kenarlarının gerçekten eşit olduğunu gördüm. Katlayarak da açılarının eşit olduğunu gördüm”* ifadesidir. Bu ifadeden

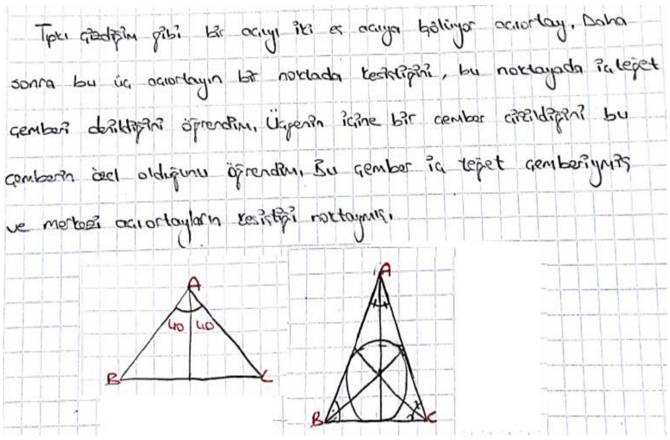
Ö9’un süreç sonunda ikizkenar üçgen ile verilen özelliklerin neden olduğunu anlamlandırdığı söylenebilir. 4. oturumda Ö7 ile aynı şekilde Ö9 da eşkenar üçgeni sadece iki kenarının uzunluğu eşit olan bir üçgen olarak tanımlamıştır. Etkinlik sonunda neler öğrendiniz sorusuna Ö9, eşkenar üçgeni ikiye böldüğümüzde eşit iki üçgen elde ederiz yanıtını vermiştir, yani etkinliğin bir adımını anlatarak cevap vermiştir. 5. oturumda Ö1 ve Ö7 ile aynı şekilde Ö9’da “*Üçgenin bir açısını ikiye katlayarak açıortayı bulabilirim*” şeklinde yanıt vermiştir. Aynı şekilde Ö9’unda öğrendiğini transfer ettiği söylenebilir. Başlangıçta “*Üçgenin iç teğet çemberinin açıortaylar ile ilişkisini varsa belirtiniz”* sorusuna ise ilişkiyi bilmiyorum şeklinde yanıt vermiştir. Fakat etkinlik bittikten sonra ise neler öğrendiniz sorusuna iç teğet çemberini öğrendim şeklinde yanıt vermiştir. Yani öğrencinin etkinlik sonucunda iç teğet çemberini öğrendiğini vurguladığı görülmektedir. 6. oturumda Ö9 ağırlık merkezinin tanımını yaparak, ağırlık merkezini bulmayı öğrendiğini ve ayrıca üçgenin ağırlık merkezinde dengede durduğunu öğrendiğini ifade etmiştir. Pisagor teoremi ile ilgili olan 7. Oturumda Ö7 ile aynı şekilde Ö9 da $a^2 + b^2 = c^2$ formülünü öğrendiğini ifade etmiştir. Ö9’un günlüğünde o günkü etkinliğin adımlarını kendi ifadeleriyle anlatmaya çalıştığı, etkinliğin bir benzerini günlüğünde tekrarladığı görülmektedir. Sözsüz ispata yönelik etkinlikten sonra ise günlüğüne aşağıda gibi öğrendiklerini özetlemiştir.



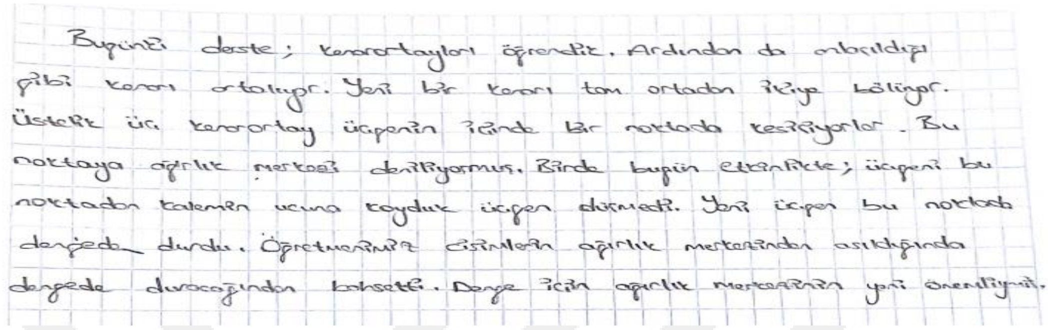
8. oturumda olan muhteşem üçlü ile ilgili etkinlikte üç doğru parçasının uzunluklarının birbirlerine eşit olduğunu, muhteşem üçlü denilen kavramın oluştuğunu ifade etmiştir. 9. Oturumda ise üçgenin alanı ile etkinlikten sonra “*Neler öğrendiniz ?*” sorusuna; Ö9 üçgenin alanının dikdörtgenin alanının yarısına eşit olduğunu öğrendiğini ifade etmiştir. Etkinlik üçgenin alanı ile dikdörtgenin alanı arasındaki bağıntıya değinmektedir. Bu yüzden bu öğrencinin böyle bir cevap verdiği düşünülebilir.

4.11.4. Ö27'den Elde Edilen Bulgular

180° kavram karikatüründe üçgenin iç açıları ölçüleri toplamı ile ilgili görüşleri sorulunca, Ö27 üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının zamanında 180° olarak öğretildiğini belirtirmiş, nedeni ise bilmediğini dile ettirmiştir. 2. Oturumda uygulana origami etkinliğinde Ö27 üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° olduğunu direk yazmıştır. İkizkenar Üçgen ile ilgili olan 3. Oturumda ise Ö27 ikizkenar üçgenin açılarının ölçüleri arasında bağıntı olduğunu dile getirmiş fakat bağıntıyı açıklamak yerine üçgenin kenar uzunlukları eşit olduğundan dolayı bağıntı vardır demekle yetinmiştir. Burada kenar uzunlukları eşit demekle kast ettiği kenar uzunluklarının ikizkenarlara ait olduğu düşünülmüştür. Eşkenar Üçgen ile ilgili olan 4. oturumda Ö27 eşkenar üçgen etkinliğinden önce; eşkenar üçgeni bütün kenar uzunlukları eşit olan bir üçgen olarak tanımlamıştır. Açılar ile ilgili bir şey yazmamıştır. Etkinlik sonrasında ise kenar uzunlukları ile ilgili bir şey yazmamış fakat eşkenar üçgenin iç açılarının ölçülerinin birbirine eşit ve 60° olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Üstelik üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı 180° dir diye ekleme yapmıştır. 5. Oturumda açıortay ile ilgili olan etkinlikte "*Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz?* sorusuna Ö27 de diğer izlenen üç öğrenci ile aynı şekilde üçgenin bir açısını ikiye katlayarak bulabilirim yanıtını vermiştir. Diğer aşamada iç teğet çemberi ile açıortaylar ilişkisine yönelik soruya Ö9 ile aynı şekilde iç teğet çemberi ile açıortay arasındaki ilişkiyi bilmediğini ifade etmiştir. Etkinlikten sona erdikten sonra ise neler öğrendiniz sorusuna ise açıortayların nasıl bulanabileceğini öğrendim şeklinde yanıt vermiştir. Öğrencinin etkinlik sonrasında evde tutmuş olduğu günlüğünden bir alıntı aşağıda verilmiştir.


Tıpkı gördüğüm gibi bir açıyı iki eş açıya bölüyor açıortay. Daha sonra bu üç açıortayın bir noktada kesiştiğini, bu noktayada iç teğet çemberi dendiğini öğrendim. Üçgenin içine bir çember çizildiğini bu çemberin özel olduğunu öğrendim. Bu çember iç teğet çemberiymiş ve merkezi açıortayların kesiştiği noktaymış.

Günlüğünde, iç teğet çemberini ve açıortayı çizdiği, ayrıca sözel olarak da bu terimleri anlattığı görülmektedir. Kenarortay ile ilgili olan 6. oturumda Ö27 de Ö2 ve Ö9 ile aynı şekilde ağırlık merkezinin tanımını yaparak, ağırlık merkezini bulmayı öğrendiğini ve ayrıca üçgenin ağırlık merkezinde dengede durduğunu öğrendiğini ifade etmiştir. Ayrıca etkinlik sonrası tutmuş olduğu günlüğünde, kenarortay kavramını kendi kelimeleriyle açıklamaya çalıştığı görülmektedir.


Bugünki derste; kenarortayları öğrendik. Ardından da anlatıldığı
gibi kenarı ortalıyor. Yani bir kenarı tam ortadan ikiye bölüyor.
Üstelik üç kenarortay üçgenin içinde bir noktada kesişiyorlar. Bu
noktaya ağırlık merkezi deniliyormuş. Birde bugün etkinlikte; üçgeni bu
noktadan kalemin ucuna koyduk üçgen düşmedi. Yani üçgen bu noktada
dengede durdu. Öğretmenimiz cisimlerin ağırlık merkezinden asıldığında
dengede duracağından bahsetti. Denge için ağırlık merkezinin yeri önemliymiş.

Yukarıda görüldüğü gibi günlüğünde ağırlık merkezinin tanımı yaptığı ve etkinlik sonunda yaptığı gözlemden bahsettiği görülmektedir. Pisagor Teoremi ile ilgili olan 7. oturumda neler öğrendiniz sorusuna Ö7 ve Ö9 ile aynı şekilde Ö27 de formül öğrendiği belirterek, Pisagor Teoremini harflerle $a^2 + b^2 = c^2$ şeklinde sembolize ettiği cevabında görülmektedir. Muhteşem Üçlü ile ilgili olan 8. Oturumda Ö27 üç doğru parçası arasındaki ilişkiye direk yorum yapmasa da, muhteşem üçlüyü ispatladık ifadesini kullanmış ve üç doğru parçasının da eşit olduğunu şekil üzerinde göstermiştir. Üçgenin Alanı ile ilgili olan 9. oturumda dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiye de değinen çalışma yaprağının son kısmında yer alan neler öğrendiniz sorusuna, Ö27 üçgenin alanının dikdörtgenin alanının yarısına eşit olduğunu öğrendim şeklinde yanıt vermiştir. Bu etkinlikte üçgenin alanı, dikdörtgenin alanı ve bu iki şeklin alanları arasındaki bağıntıya değinilmiştir.

4.12. GÖRÜŞMELERDEN ELDE EDİLEN BULGULAR

Süreç bittikten 5 ay sonra origami etkinlikleri ile yapılan çalışmaları hatırlama düzeylerini kontrol etmek amacı ile görüşmeyi kabul eden 4 öğrenci (Ö9, Ö7, Ö1, Ö27) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Her bir öğrenciye Ek 11 ‘de verilmiş olan sorular yöneltilmiştir. İlk yöneltilen soru “*Origaminin / Sözsüz İspatların en çok hangi yönü hoşunuza gitti? Origami/Sözsüz İspatlar yöntemlerini yaparken neler hissettiniz*?” şeklindedir. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir.

Kağıt katlamak çok hoşuma gitmişti. İlk defa origami yaptım. Bence origami yapmak çok eğlenceliydi. Ayrıca öğrendiğim şeyleri ispatlamak hoşuma gitmişti.* **(Ö9)

Katlamak ve kesmek çok hoşuma gitmişti. Ben etkinlikleri çok merak ediyordum. Yaparken de çok mutluydum. Kendi elimizle yaptığımız için daha iyi öğrendiğimi düşünüyorum. Dersler daha ilgi çekici oldu bence. Bana çok faydası oldu, dersler çok sıkıcıydı.* **(Ö7)

İlk defa bu etkinlikler sayesinde origami yaptım çok sevdim. Hep beraber birlikte yapmaktan keyif aldım. İspatların yapılışını çok ilginç geldi bana. Yaparken çok heyecanlanıyordum. Derslerde yaptıklarımızı kağıda döktük. Ben eğlendim.* **(Ö1)

Kağıt katlamak çok daha eğlenceli ve daha iyi anlıyorum. Etkinlikleri merak ediyordum birde ben ilk defa burada kağıt katlayarak bir şey elde ettim. Farklı şeyler denemek güzel olmuştu.* **(Ö27)

Verdikleri cevaplar öğrencilerin dersten keyif aldıklarını, dersin eğlenceli geldiğini, derste öğrendiği şeylerin nereden geldiklerini onların ifadesi ile ispatlarını gördüklerini ve ispatların onlara ilginç geldiğini göstermektedir. Diğer bir soru öğrencilerin süreç içinde zorlandıkları yerleri tespit etmek amacı ile sorulmuştur. Bu soru "*Etkinlikler sırasında origami yaparken ya da sözsüz ispatlar yöntemi esnasında yaşadığın zorluklar oldu mu?"* şeklindedir.

Herhangi bir zorlukla karşılaşmadım. Düzgün katladım.* **(Ö9)

Zorlandığım bir yer olmadı zaten kağıtlar da (çalışma yaprağını kast ediyor) yardımcı oldu.* **(Ö7)

Katlamalarda zaman zaman sıkıntılar yaşadım. Denk getiremedim bazen uç uca. Arkadaşım ve sizin uyarılarınızı dikkate alarak yaptım. Bir süre sonra, yaptıkça daha düzgün katlamaya başladım.* **(Ö1)

Bazı yerlerde kat izlerim düzgün olmuyordu. Ölçmede sıkıntı yaşamıştım. Çok zorlanmadım zaten yaptıkça daha iyi katlamaya başladım.* **(Ö27)

Verilen cevaplardan da görüldüğü gibi öğrencilerin başlarda yaşadıkları sıkıntı genellikle katlama ile ilgilidir. Fakat ifadelerinde de anlaşıldığı gibi zamanla, süreç ilerledikçe daha fazla etkinlik yaptıkça katlamanın zorluk olmaktan çıktığı da anlaşılmaktadır. Bu nedenle origami etkinlikleri uygulanırken ilk başlarda sıkıntı yaşansa dahi; origamiye ne kadar yer verilirse bunların zorluk olmaktan o kadar kolay çıkacağı şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir soru öğrenciler açısından etkinliklerin yararlı bir uygulama olarak algılanıp algılanmadığı görmek amacıyla sorulan "*Etkinlikler esnasında kullanılan çalışma yaprakları sence yararlı mıydı?* sorusudur.

** Bence oldukça yararlıydı. Talimatları daha iyi anlamamı sağladı. Sorulan soruları da güzeldi.* **(Ö9)**

** Evet yararlı oldu. Adım adım gösteriyordu nasıl yapılacağını…Kağıtlarda yer alan sorular bizi teşvik etti. Burada ne var gibi? Ya da hani ne öğrendiniz diye soruyordu. Öğrendiğimiz şeyi yazıyorduk.***(Ö7)**

** O kağıttaki şekiller ve adımlar sayesinde yaptım bir çok şeyi. Kağıtlardaki gibi katlamaya çalıştım. Hem sorularda soruyordu düşünüp cevap veriyorduk.* **(Ö1)**

** Çok yararlı olmuştu. Mesela öğrendiğiniz yazın diye bir kısım vardı. Oraya öğrendiklerim yazıyordum. Oradaki sorular da işime yaradı. O sorular beni düşündürdü, yönlendirdi. Doğru katlayıp katlamadığımı kontrolde edebiliyordum şekillere bakarak.* **(Ö27)**

Görüşmeye katılan öğrencilerin hepsi de origami etkinliklerinin yararlı olduğunu ifade etmişlerdir. Önemli bir nokta öğrencilerin etkinliklerin adım adım olmasını ifade etmiş olmalarıdır. Bu bulgu öğrencilerin adım adım süreci izledikleri her bir adım sayesinde tüm sınıfın ulaşmak istedikleri hedefe birlikte ulaştıkları şeklinde yorumlanmıştır. Önemli diğer bir bulgu öğrencilere yöneltilen sorular ile ilgilidir. Görüldüğü gibi öğrenciler ne öğrendiklerini ve ne düşündüklerini yazarak ifade ettiklerini dile getirmişlerdir. Öğrencilerin hem süreci izlemelerine, hem kendilerini değerlendirmelerine neden olduğu için origami etkinliklerinin öğrencilerin üstbilişsel bilgi ve becerilerine de katkı sağladığı şeklinde yorumlanmıştır.

Bundan sonraki süreçte bu tür etkinlikleri yapmak isteyip istemediklerini öğrenmek amacı ile "*Matematik derslerinde origami ve sözsüz ispat yöntemlerinin kullanılması ile ilgili ne düşünüyorsun? Derslerde böyle etkinliklere yer verilmeli mi sence?"* sorusu öğrencilere yöneltilmiştir.

Origami ve sözsüz ispat yapmamız yararlı oldu. Öğrendiklerimin kalıcılığını artırdı. Derslerde böyle şeylere verilmesi gerektiğini düşünüyorum, öğretmenler anlatınca dersler pek kalıcı olmuyor. Ama origami kalıcılığı artırıyor.* **(Ö9)

Bence bu yöntemler kullanılmalı. Çünkü ilgiyi artırıyor. Matematikte bazen sıkılıyordum. Origami yapınca, yani el işi yaptık, etkinlikler eğlenceliydi. Dikkatimi çekiyordu ben etkinliklerimizi seviyordum. Bireysel olarak yapıyorduk, görsel olarak daha somuttu. Derslerde öğrendiklerimizi görselleştiriyorduk. İnsan daha zor unutuyor.* **(Ö7)

Bence yapılmalı. Dersleri öğretmenler anlatınca pek bir şey kalmıyor aklımda. Böyle etkinlikler yapılsa herhalde daha çok severim dersleri. Daha kolay öğrenirim.* **(Ö1)

Bence derslerin daha iyi anlaşılması için, daha kalıcı olması için böyle etkinlikler yapılmalı. Diğer derslerde de kullansak iyi olur.* **(Ö27)

Cevaplardan görüldüğü gibi öğrenciler yapılmalı diye yanıt vermişlerdir. Bunun nedeni olarak da kalıcı olduğunu, ilgiyi artırdığını, dikkat çektiğini somut olduğunu, konuyu görselleştirdiğini zor unutulduğunu, kolay öğrenildiğini, daha iyi anlaşıldığını ifade etmişlerdir. Diğer bir soru olan "*Origaminin/Sözsüz İspatların etkili olduğunu düşündüğün konular nelerdir? Yani başka hangi konuların böyle öğretilmesini istersin*?" sorusuna verilen yanıtlar aşağıdaki gibidir.

Kenarortay etkinliğinde çok yararlı olmuştu. Geometri de kullanılabilir çünkü şekiller var.* **(Ö9)

**Kimya derslerinde formüllerde kullansak iyi oluyor.*

A: Matematik derslerinde üçgenler dışında başka hangi konularda kullanılabilir?
Kesirlerde origami kullanılsaydı daha iyi anlayabilirdim. Problemler konusu

işlenirken kullanılsaydı güzel olurdu. **(Ö7)**

Formüllü konularda yapılsa daha iyi olur. Formülü öğrenmemiz kolaylaşır hem de daha az unuturuz.* **(Ö1)

Geometride bence çok etkili oluyor. Birde koordinat düzleminde kullanılsa daha iyi olurdu. Daha iyi öğrenirdim bence.* **(Ö27)

Görüldüğü gibi öğrenciler genellikle geometride, problemlerde, formüllerde ve koordinat düzleminde kullanılmasını istemişlerdir. İfadelerden de anlaşılacağı üzere öğrencilerin zorlandıkları matematik konularını ifade ettikleri söylenebilir.

Etkili olmadığını düşündüklerine yönelik sorulan "*Origaminin/Sözsüz İspatların yöntemlerinin etkili olmadığını hiç düşündün mü? Sence origami ya da sözsüz ispatlar yöntemini vakit kaybı olarak görüyor musunuz? (örneğin eşkenar üçgen)"* sorusuna verilen cevaplar aşağıdaki gibidir.

Ben çok eğlendim. Benim için zaman kaybı değildi, zamanın nasıl geçtiğini anlamadım. Geometride şekillerde origami kullanılmalı bence. Daha kalıcı oluyor insanın aklında kalıyor kendi yaptığı şeyler. Ben origaminin çok etkili olduğunu düşünüyorum. Etkisiz bir yanı olduğunu düşünmüyorum. Her etkinliği anlamıştım ben.* **(Ö9)

Bence hiç vakit kaybı değildi. Herkesin ilgisini çekiyordu herkes yapıyordu. Güzel vakit geçiriyorduk. Benim son sınavda notumda yükselmişti. Bu sayede sınıfımı geçebilmiştim. Ben çok anlamıştım.* **(Ö7)

Origami bence zaman kaybı değil. Kabul ediyorum biraz uzun sürüyor. Bazı adımlar uzun oluyordu ama kazandırdığı şeyler daha iyi. O vakte değiyor bence. Zamanın nasıl geçtiğini fark etmiyordum*(Ö1)**

Origami ve diğer yöntem bence daha kalıcı oldu. Bence vakit kaybı değil.* **(Ö27)

Görüldüğü gibi öğrenciler origaminin zaman kaybı olmadığını aksine etkili olduğunu, ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir. Bir öğrenci uzun sürmesine rağmen kazandırdığı şeyler ile kıyas yapmış ve daha iyi olduğunu ifade etmiştir. Bir öğrencinin sınav notum yükseldi sınıfımı geçtim ifadesi ise başarısını origami ile ilişkilendirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Kalıcılığı test etmek için sorulan *“Origami/Sözsüz İspatlarla ilgili birçok çalışma yaptık, aklında en çok kalan etkinlik hangisidir? Etkinlikler sırasında unutamadığın bir anın oldu mu?”* sorusuna verilen cevaplar aşağıdadır.

En çok üçgenin iç açılarını 180° bulduğumuz…180° de çok güzel olmuştu. Bulduğumuz ispat çok ilginç gelmişti bana. Çok şaşırmıştım. Başta anlamamıştım falan sonra anlamıştım. Ben kesin öğrendim bunu.* **(Ö9)

Yanımdaki arkadaşım bazen tam katlayamıyordu benden yardım istiyordu. Sonra oda güzel katlamaya başladı. Yardım ediyorduk birbirimize.* **(Ö7)

Bir etkinliği ben yapamamıştım. Denk getirememiştim katlamaları sanırım kenarortaydı. Arkadaşımdan yardım almıştım.* **(Ö1)

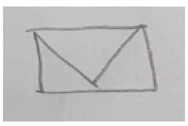
Kenarları katlarken denk getiremeyince arkadaşımdan yardım istemiştim o da yardım etmişti. Bir de yani şimdi bu böyle mi bulunuyormuş çok kolaymış demiştim bir etkinlikte.* **(Ö27)

Cevaplardan görüldüğü gibi öğrenciler en çok katlayamadıkları yerleri hatırlamışlardır, yardım ettiklerini veya yardım aldıklarını ifade etmişlerdir. “*Daha önce yaptığımız etkinliklerden hangilerini hatırlıyorsun*? “ sorusuna ise verilen cevaplar aşağıdadır.

Pisagor Teoremi ve kenarortayı bulmamız aklımda kaldı. Birde kenarortay ben çok sevmiştim….Pisagor Teoremi çok renkliydi. Birde üstüne bir sürü özel üçgen çözmüştüm. 3-4-5 falan* **(Ö9)

Pisagorla yaptıklarımızı. Hatta günlüğümde de vardı. Çok beğenmiştiniz. Üçgenin iç açılarını 180 bulduğumuz da çok güzeldi. Zevkliydi.* **(Ö7)

**Hatırlıyorum ama adlarını tam anımsamıyorum ama isterseniz çizebilirim. (Kağıt ve kalem veriliyor. Ardından aşağıdaki şekli çiziyor.)*



Bunu yapmıştık mesela üçgenin iç açılarının 180° bulmuştuk. Birde Pisagor

Teoremi vardı. **(Ö1)**

Pisagor teoremini hatırlıyorum. Onu baya farklı şekillerde göstermiştik. Birde 180 olanı o da çok ilgimi çekmişti. Farklı gelmişti.* **(Ö27)

Görüldüğü gibi zaman geçmesine rağmen en çok hatırlanan etkinlik Pisagor bağıntısı olmuştur. Muhtemelen öğrenciler bir sayının karesi ile alan arasında bağlantı kurulması öğrenciler için ilginç bir deneyim olduğu söylenebilir. En son olarak da araştırmacı çalışmalar esnasında uygulanan üç resmi göstermiş ve "*Bu etkinlikleri hatırladın mı? Bunları daha önce nerede kullanmıştık*?" sorusunu yöneltmiştir. Ö9 üçünü de Üçgenin iç açılarını, Pisagor Teoremini, Kenarortay ve Ağırlık Merkezini hatırlamıştır. Ö7 ise Eşkenar üçgeni Pisagor, 180 hatırlamıştır. Ö1 ise Pisagor Teoremini ve 180° son olarak da Ö27 Pisagor Teoremini, İkizkenar Üçgeni ve üçgenin iç açılarını hatırlamıştır.

Bölüm V

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmanın bulgularına ait tartışma ve sonuç alt problemler göz önüne alınarak üçgenlerin öğretiminde origami ve sözsüz ispatlarına dayalı yaklaşımı ile "öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik elde edilen bulgulara ait sonuç ve tartışma" ve bu öğretim ile ilgili "öğrencilerin görüşlerine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara ait sonuç ve tartışma" olmak üzere iki bölümde ele alınmıştır.

5.1.1. Öğrencilerin Öğrenme Süreçlerine Yönelik Elde Edilen Bulgulara Ait Sonuç ve Tartışma

Öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin bulgular oluşturulurken 2 farklı şekilde bulgular oluşturulmuştur. Öncelikle tüm sınıf ele alınarak her bir öğrencinin süreç içerisinde verdiği cevaplar oturumlara göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu sayede tüm sınıfın bir resmi çıkartılmaya çalışılmıştır. Daha sonra süreç içerisinde izlenen dört öğrencinin her biri (Ö1,Ö7,Ö9,Ö27) ayrı ayrı izlenmiştir. Bu sayede hem tüm sınıfın profili hem de özelde izlenen öğrencilerin öğrenme süreçleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Tüm süreç göz önüne alındığında öncelikle öğrencilerin ilk defa origami ve sözsüz ispat ile karşılaşmalarına rağmen öğrenciler tarafından kolayca benimsendiği, gerçekleştirilen matematik etkinliklerinin ilgilerini çektiği gözlenmiştir. Bu bulgular Takıcak (2015), Çakmak, (2009) ve Boakes (2009) bulguları ile örtüşmektedir. Gerçekten Takıcak (2015) yaptığı çalışmada origami etkinliklerinin öğrencilerin ilgi ve dikkatini toplamayı başardığı gözlemlemiştir. Origami etkinlikleri ile işlenen derslerde öğrencilerin aktif katılımı sağladıkları, bu sayede de dersten kopmadıkları görülmüştür. Bu çalışmada da öğrenciler yaşamlarında ilk defa origami (sözsüz ispat) etkinlikleri yaptıklarını, uygulamalar esnasında çok keyif aldıklarını, bu teknikleri son derece eğlenceli bulduklarını belirtmişlerdir. Rutin tempoyla işlenen dersler arasında, bu tekniklerin kendilerine ilgi çekici geldiğini dile getirmişlerdir.

Sürecin başında uygulanan kavram karikatüründe bazı öğrencilerin üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamını 160, 270, 360 diye ifade ettikleri görülmüştür. Diğer taraftan üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olduğunu ifade eden öğrencilerin nedenini bilmedikleri ve sorgulamadıkları, otorite olarak kabul ettikleri öğretmen, ders kitabı ve daha genel olarak okulda öyle öğrendiklerini veya öğrettiklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bunun nedeni öğrencilerin ezbere yöneldikleri, neden sonuç arasında ilişki kuramadıkları bu yüzden bilgiyi çabuk unuttukları, bilginin bilgi basamağında kaldığı şeklinde yorumlanmıştır. Origamiye dayalı çalışma yaprağıyla yapılan öğretim sonucunda, üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° olması ezberlenmesi gereken bir ifade olmaktan çıkmış; öğrenciler tarafından neden böyle olduğu görülmesi ve daha iyi anlaşılmasını hatta bu bilginin diğer etkinliklerde kullanılmasını sağlamıştır.

Bu araştırmada üçgen çeşitlerinden ikizkenar üçgen ve eşkenar üçgenle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Hem bu sınıf seviyesinde bu üçgenlerin özelliklerinden yararlanıldığı, hem de ilerleyen etkinliklerde zaman zaman bu üçgenler ve özellikleri kullanıldıkları için, bu üçgenler ve özellikleri öğretilmeye çalışılmıştır. Çalışmaların başında, öğrencilerin ikizkenar üçgenin ve eşkenar üçgenin tanımını ve özelliklerini bilmedikleri, bilseler bile neden bu kuralların geçerli olduklarını bilmedikleri görülmüştür. İkizkenar üçgenle ve eşkenar üçgenle ilgili yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin üçgenlerin ve üçgenlerin özelliklerini kendileri keşfederek öğrenmişlerdir. Bunun sonucunda özelliklerin neden ve niçin geçerli olduklarını öğrenmişlerdir. Bu süreçte görselleştirme yapılması, üçgen çeşitleri ve üçgen çeşitlerine göre özelliklerin ilişkilerini daha anlamlı ve kalıcı kurulmasını sağlamıştır. Toplu yapılan çalışmalardan ise bireysel olarak yapılan çalışmaların daha verimli olacağı düşünülmüştür. Bu yüzden çalışma yaprakları öğrencilere bireysel olarak dağıtılmıştır, böylece her öğrencinin kendine ait bir keşif sahası olmuştur.

Üçgenin yardımcı elemanları olarak bilinen açıortay ve kenarortay ilgili yapılan çalışmalar göstermiştir ki; öğrencilerin çoğu bu elemanların ne olduklarını bilmedikleri, dolayısıyla da bu elemanlarla ilgili özellikleri de bilmedikleri görülmüştür. Aslında bu sınıf seviyesinde yer alan öğrencilerin, bu kazanımlara daha önceki yıllarda ulaşmış olmaları beklenmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin birçoğunun bu kazanımları daha önce elde edemediği görülmüştür. Üçgenin yardımcı elamanları konusunun öğretimi için hazırlanan origami etkinliklerinde, ilgili kazanımların öğretimi için, öğrencilerin üçgenin elemanları arasındaki ilişkileri keşfetmeleri hedeflenmiştir. Görselleştirme yaklaşımları kullanılarak işlenen dersler sonucunda, öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu yardımcı elamanları tanıdıkları, bunlarla ilgili özellikleri keşfederek öğrendikleri görülmüştür.

Pisagor teoremiyle ilgili ilk kazanım öğrencilerin karşısına 8. Sınıfta çıkmaktadır. Dolayısıyla bu aşamada öğrenim gören öğrencilerin bu kazanıma ulaşmış olmaları beklenmektedir. Öğrencilerin bazılarının bu kuralı bilmedikleri ya da hatırlamadıkları, bazılarının ise bu kuralı ezberlemekle yetindikleri söylenebilir. Yapılan etkinlikler sonucunda, öğrencilerin günlüklerinden yansıyan alıntılardan ve yapılan görüşmeler sonucunda en çok hatırlanan etkinliğin Pisagor etkinliği olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin kuralı doğru ifade ettikleri hatta birçoğunun kuralın uygulamasını bile doğru şekilde ifade ettikleri görülmüştür. Bu çalışmadaki origami etkinliklerinin başlıca faydasının öğrencinin bilgiyi kendisinin keşfetmesine imkan tanıması olmuştur. Matematik eğitiminin dayandığı en temel ilkelerden biri öğrencinin bilgiyi kendisinin keşfetmesine yöneliktir. Pope (2002), çalışmasında; origami etkinliklerinin, bir sorunun çözümünde yalnız bir doğru olmadığı anlayışını geliştirdiğini, öğrencilerin bilgiyi sorguladıklarını gözlemlemiştir. İşman (1999), yapılandırmacı eğitim anlayışında öğrencilerin bilgileri öğrenmek için kendi kendilerine içsel bir süreç yaşadığını ifade etmiştir. Kişilerin bilgiyi öğrenebilmesi için aktif bir yaşantı içinde olmaları gerektiğini dile getirmiştir. Eğitim sistemimizde önemli olan daha çok bilgiyi ezberlemek değil, her bir öğrencinin kendi özümsemesini yapmasıdır. Özellikle bu çalışmada, origami ve sözsüz ispatlar sayesinde bu açıkça görülmektedir. Her bir etkinlik sonrasında öğrenciler etkinliklere bakış açılarını kendilerince dile getirmişlerdir. Örneğin eşkenar üçgenin kenarlar uzunluklarının eşit olduğunu bilen fakat iç açılarının her birinin ölçüsünün 60 derece olduğunu bilmeyen, origami sayesinde bu özelliği öğrenebilmiştir. Ya da sözsüz ispatlar yöntemi sayesinde öğrenciler Pisagor Teoremi anlamsız bir formül olarak görmekten kurtulmuştur.

Öğrencilerin birçoğunun üçgenin alanıyla ilgili bağıntıyı bilmedikleri, dolayısıyla dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki ilişkiyi bilmedikleri görülmüştür. Origamiye dayalı hazırlanan çalışma yaprağı öğrenciye doğrudan bilgi vermeden, öğrencinin konuyu ayrıntıları ile keşfetmesine imkân sağlanmıştır. Öğrenciler dikdörtgenin alan bağıntısını kullanarak üçgenin alan bağıntısını keşfetmişler, ayrıca dikdörtgenin alanı ile üçgenin alanı arasındaki bağıntıları keşfederek öğrenmişlerdir.

5.1.2. Öğrencilerin Görüşlerine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgulara Ait Sonuç ve Tartışma

Alışılagelmiş teknikler yerine yeni tekniklerle öğretim yapıldığı zaman, bu tekniklerle öğretimin ne derece etkili olduğu, bu tekniklerin avantajları ya da dezavantajları nelerdir, öğrencilerin bu tekniklerle ilgili duygu ve düşünceleri gibi sorulara cevaplar aranmaktadır. Bu çalışmada da bu sorulardan bazılarına yanıtlar aranmıştır. Ayrıca öğrencilerin yapılan etkinlikleri hatırlayıp hatırlamadıkları, origami ve sözsüz ispatlarla ilgili ve bu tekniklerle yapılan öğretim ile ilgili duygu ve düşünceleri de araştırılmıştır.

Yapılan görüşmelerden ve günlüklerden elde edilen bulgular ışığında; öğrencilerin görselleştirme yaklaşımıyla işlenen dersleri zevkli, eğlenceli ve farklı buldukları görülmüştür. Öğrenciler düz anlatım yöntemine karşı görselleştirme yöntemlerini savunmuş, görselleştirme yaklaşımıyla işlenen derslerin daha kalıcı olduğunu söylemişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalardan da buna benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Özçelik'in (2014), yüksek lisans tezinde origami etkinliklerine yer verilen bir öğrenme sürecinin, mevcut sisteme göre daha etkili olduğu sonucuna varmıştır. Çalışmasında 6. sınıf matematik dersi geometri öğrenme alanında origami etkinliklerine yer verilmesinin, uygulanmakta olan sisteme göre, öğrenci başarısı üzerinde daha olumlu bir etkisi olduğunu görmüştür. Bu araştırmada, öğrencilerin yapraklarından, günlüklerinden yansıyan yanıtlardan ve yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulara göre, görselleştirme yöntemiyle işlenen dersler mevcut sisteme göre daha etkili sonuç vermiştir. Çünkü bu sınıf seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin bu kazanımlara ulaşmış olmaları gerekirken, ulaşamadıkları görülmüştür. Görselleştirme yaklaşımıyla işlenen dersler sonunda öğrencilerin çoğunluğunun hedeflenen kazanımlara ulaştıkları görülmüştür.

Ayrıca bu iki tekniğin öğrenciler açısından herhangi bir olumsuz yönünün olmadığı, ilk defa origami yaptıkları için katlamada zorlandıklarını fakat zamanla deneyimleri artıkça bunu aştıkları sonucuna da ulaşılmıştır. Çalışmalar esnasında kullanılan çalışma yapraklarının öğrenciler tarafından çok faydalı bulunduğu, öğrencilerin bu yapraklar sayesinde güdülendiklerini ve kendilerini değerlendirme fırsatı bulduklarını ifade ettikleri görülmüştür. Yapılan diğer çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Tekin (2010), yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerin, derste çalışma yaprağı kullanmasının, dersleri daha zevkli hale getirdiğini söylediklerini tespit etmiştir. Çalışma yapraklarındaki çizimler üzerinde çalışma yapmak, verilen yönergeleri takip ederek işlem yapmak, ilgili kavrama ulaşmak öğrencilerin ilgisini çektiği sonucuna ulaşmıştır. Öğrenciler matematik derslerindeki başarılarının, yapılan etkinliklere bağlı olarak arttığını dile getirmişlerdir. Alkan'ın (2008) yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, origami etkinlikleri ile düzenlenmiş matematik sınıfında öğrenim gören deney grubu öğrencileri lehine ders başarılarında anlamlı bir fark görülmüştür. Hanna ve Sidoli (2007) de ispatların görselleştirilmesiyle ilgili çalışmasında ispat yaparken görselleştirmenin matematiği anlamada önemli bir rol oynadığını ifade etmiştir. Bu çalışmada Pisagor Teoreminin öğretiminde sözsüz ispatlar tekniği kullanılmıştır. Bu araştırmada öğrenciler sözsüz ispatlar tekniğinin yapılan ispatları anlamada önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Görüşmeler sonucunda; origami ve sözsüz ispatlar tekniklerinin konuyu zihinde daha etkili ve kolay tutmaya, daha uzun süre zihinde saklamaya ve kolay hatırlamaya yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgular bu tekniklerle ilgili yapılan literatürdeki çalışmalarla da uyumludur (Arıcı, 2012; Dağdelen, 2012)

Öneriler

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, gelecekte bu alanda yapılacak olan çalışmalarda kullanılabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına bağlı olarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

1. Bu çalışma ortaöğretim 9.sınıf öğrencileriyle yapılmıştır. Farklı kademeler için uygun etkinlikler planlanarak görselleştirme yaklaşımının etkisi farklı kademelerde ve farklı konularda incelenebilir.

2. Bu araştırma nitel yöntemlerle yürütülmüştür. Nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem kullanılarak başka çalışmalar yapılabilir.

3. Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında görselleştirme yaklaşımının kullanıldığı etkinlikler içeren örnek ders planlarına yer verilebilir.

4. Ders çizelgelerinde seçmeli ders olarak origami ve sözsüz ispatlar gibi görselleştirme yöntemlerinin öğretildiği dersler yer alabilir. Bu dersler aynı zamanda öğrencilerin yaratıcılıklarını da geliştirmelerine yardımcı olabilir.

5. Hem öğrencilerin gelişimlerine katkı bulunmak, hem de boş zamanlarını etkili şekilde değerlendirebilmeleri için ders dışı faaliyetlerde öğrencilere origami ve sözsüz ispatlar eğitimi verilebilir. Bu sayede öğrenciler hem eğlenebilir hem de öğrenebilirler.

6. Matematik derslerinde öğretmenlerin origami ve sözsüz ispatlar yöntemlerini etkili kullanmalarını sağlamak için öğretmenlere origami, sözsüz ispat vb. görselleştirme yöntemleriyle ilgili hizmet içi eğitim verilebilir. Bu sayede öğretmenlerin origami ve sözsüz ispatlarla ilgili yeterli bilgiye sahip olmaları sağlanabilir.

7. Eğitim fakültelerinde özel öğretim yöntemleri dersinde görselleştirme yaklaşımının ayrıntılı olarak ele alınması sağlanabilir. Bu sayede öğretmen

adayları origami, sözsüz ispatlar ve diğer görselleştirme yöntemleriyle ilgili yeterli bilgiye sahip olabilirler.

KAYNAKÇA

ALİSİNANOĞLU, F., BAYDEMİR, G. vd. (2015). Okul Öncesi Matematik Eğitimi. Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık.

ALKAN, D. (2008). *İlköğretim 6. Sınıflardaki Kesirler Konusunun Origami Yardımıyla Öğretimi.* Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi. Erzurum.

ALSİNA, C., NELSEN R. (2006). Math Made Visual: Creating Images for Understanding Mathematics. Mathematical Association of America, Washington

ARICI, S. (2012). *The Effect of Origami-Based Instruction on Spatial Visualization, Geometry Achievementand Geometric Reasoning of Tenth-Grade Students.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.

ARCAVİ, A. (2003). The Role of Visual Representations in The Learning of Mathematics. Educational Studies in Mathematics, 52, 215-241.

BARAN, S. (2011). *İlköğretim 2. Kademe Öğrencilerinin Üçgenler ve Geometrik Cisimler Konusundaki Kavram Yanılgıları.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

BELL, C. (2011). Proofs Without Words: A Visual Application of Reasoning and Proof. Mathematics Teacher, *104*, 690-695.

BOAKES, N. J. (2009). Origami Instruction in The Middle School Mathematics Classroom: Its Impact on Spatial Visualization and Geometry Knowledge of Students. *Research in Middle Level Education Online* , 1-12.

BUZAN, T., KEENE, R., (1996). Dehanın El Kitabı. (çev. Sinem Gül), Birleşik Basın Dağıtım: İstanbul.

BÜTÜNER, S. Ö. (2006). *Açılar ve Üçgenler Konusunun İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerine Vee Diyagramı ve Zihin Haritaları Kullanılarak Öğretimi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2009). Sosyal Bilimlerde Veri Analizi El Kitabı. 4.Baskı, Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

CLEMENTS, D. H. (1998). Geometric and Spatial Thinking in Young children. (Report No. NSF-MDR-8954664). Arlington, VA: National Science Foundation (ERIC No. ED436232)

CLEMENTS, D. ve SARAMA, J. (2000). Young Children's Ideas about Geometric Shapes. Teaching Children Mathematics, 6(8), 482-491.

COBB , P. ve STEFFE, L. P. (1983). The Constructivist Researcher as Teacher and Model Builder. Journal for Research in Mathematics Education, 14(2), 83-94.

ÇAKMAK, S. (2009). *Origami-Tabanlı Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Matematikteki Uzamsal Yetenekleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi.* Ankara.

ÇEPNİ, S. (2010). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş.* Trabzon: Celebler Matbacılık.

ÇEVİK, G. (2015). *Lineer Cebir Uygulamalarının Bilgisayar Destekli Görselleştirilmesinin, Öğretmen Adaylarının Farkındalıklarına, Görselleştirmelerine Etkisi ve Memnuniyeti*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

DAĞDELEN, İ. (2012). *İlköğretim Geometri Öğretiminde Simetri Kavramının Origami ile Modellenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

DENİZ, E. (2009). *Orantılı Doğru Parçaları ve Benzer Üçgenler Ünitesinin Geleneksel ve Yapılandırmacı Yaklaşım ile Öğretiminin Öğrenci Başarısı Açısından İncelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

DEMİRCİOĞLU, H. ve POLAT, K. (2015). *Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının "Sözsüz İspat" Yöntemine Yönelik Görüşleri.* The Journal of Academic Social Science Studies Number: 41 , p. 233-254, Winter II

DÜNDAR, T. (2012). *İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinin Özdeşlikleri Modelleme Becerilerinin İncelenmesi: Origami ile Modellenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

GÖKTEPE, S. ve ÖZDEMİR, A. Ş. (2013). *İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin SOLO Modeli ile İncelenmesi. Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi* 2013, 3 (2), 91-146.

GUZMAN, M. (2002). *The Role Of Visualization In The Teaching And Learning Of Mathematical Analysis*. Paper Presented At The Proceedings Of The 2. International Conference On The Teaching Of Mathematics, Hersonissos, Crete, Greece.

GÜNGÖR, S. (2005). *Ortaöğretim Geometri Dersi Üçgenler Konusunda Oluşturmacı (Constructivism)Yaklaşımına Dayalı Elle Yapılan Materyaller ve Portfolyo Hazırlamanın Öğrenciler Üzerindeki Etkisini İncelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak.

HANNA, G., ve SIDOLI, N. (2007). Visualisation and Proof: A Brief Survey of Philosophical Perspectives. ZDM Mathematics Education, 39, 73–78.

İNCE, H. (2012). *Kırsal Bölgelerde ve Şehir Merkezindeki Öğrencilerin Dönüşüm Geometrisi Anlama Düzeylerinin ve Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

İPEK, A. S. (2003). *Kompleks Sayılarla İlgili Kavramların Anlaşılmasında Görselleştirme Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

İŞMAN, A. (1999). Eğitim Teknolojisinin Kuramsal Boyutu: Yapısalcı Yaklaşımın (Constructivisim) Eğitim Öğretim Ortamlarına Etkisi. Öğretmen Eğitiminde Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.

KAKMACI, Ö. (2009). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme Başarılarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

KAVİCİ, M. (2005). *Gelişimsel Origami Eğitim Programı'nın Okulöncesi Dönem Çocuklarının Çok Boyutlu Gelişimlerine Etkilerinin İncelenmesi,* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

KNUTH, E. ve ELLIOTT, R. (1997). Preservice Secondary Mathematics Teachers' Interpretations of Mathematical Proof. In J. Dossey, J. Swafford, M. Parmantie, ve A. Dossey (Eds.), Proceedings of the 19th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (pp. 545–551). Bloomington, IL.

KONYALIOĞLU, A. C. (2003). *Üniversite Düzeyinde Vektör Uzayları Konusundakı Kavramların Anlaşılmasında Görselleştirme Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

KOĞ, O. U. ve BAŞER, N. (2011). Görselleştirme Yaklaşımının Matematikte Öğrenilmiş Çaresizliğe Ve Soyut Düşünmeye Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İzmir. Cilt: 01, Sayı: 03, 2011, 89-108

KOĞ, O. U. (2012). *Görselleştirme Yaklaşımı ile Yapılan Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Bilişsel ve Duyuşsal Gelişimi Üzerindeki Etkisi,* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

KOĞ, O. U. ve BAŞER, N. (2012). Görselleştirme Yaklaşımının Matematiğe Yönelik Tutum ve Başarıdaki Rolü. İlköğretim Online,11(4), 945-957.*http://ilkogretim-online.org.tr*

LEMPP, H. ve KINGSLEY, G. (2007). Qualitative assessments. Best Practice and Research Clinical Rheumatology, 21(5), 857-869.

LENGLER, R. ve EPPLER M. J. (2007). Towards a Periodic tTable of Visualization Methods of Management. In: Alam MS, editor. Proceedings of the 2007 IASTED Conference on Graphics and Visualization in Engineering. Anaheim, CA: ACTA Press; 2007. Jan, pp. 83–88.

OLSON, A. T. (1975). Mathematics Through Paper Folding. National Council of Teachers of Mathematics

ORHUN, N. (2007). Kesir İşlemlerinde Formal Aritmetik ve Görselleştirme Arasındaki Bilişsel Boşluk. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 99-111.

ÖZKAYA, M. IŞIK, A. ve KONYALIOĞLU, A. C. (2014). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Öğrencilerinin Sürekli Fonksiyonlarla İlgili İspatlama ve Ters Örnek Oluşturma Performansları. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, Issue 11,26-42

ÖZÇELİK, B. (2014). *6. Sınıf Matematik Dersi Geometri Öğrenme Alanında Origami Etkinliklerine Yer Verilmesinin Öğrenci Başarısına Etkisi.* Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi

PATTON, M, Q., (1987). How To Use Qualitative Methods In Evoluation. Newbury Park, CA: Sage.

PATTON, M. Q. (2015). Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri (3. Baskıdan çeviri). (M. Bütün, & D. B. Selçuk, vd.) Ankara. Pegem Akademi.

POPE, S. (2002). The Use Of Origami in The Teaching Of Geometry. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics* , 22(3), 67-73.

PRESMEG, N. C. (1997). Generalization Using Imagery In Mathematics. In L. D. English (Ed.), Mathematical Reasoning: Analogies, Metaphors And Images (Pp. 299- 312). Mahwah, NJ: Erlbaum.

STEFFE, L. P. ve THOMPSON , P. (2000). Teaching Experiment Methodology: Underlying Principles and Essential Elements. In R. Lesh ve A. E. Kelly (Eds.), Research Design in Mathematics and Science Education (pp. 267-306). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

SÜR, B. (2015). *Matematiksel Öğelerin Yazılı ve Sözlü Matematiksel İletişime Yansımalarının 9. Sınıf Üçgenler Konusu Bağlamında İncelenmesi.* Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi

ŞAN, İ. (2008). *Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Özdeşlik Konusu Erişilerine Görselleştirmenin Etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

ŞATAF, H. A. (2010). *Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinin "Dönüşüm Geometrisi" ve "Üçgenler" Alt Öğrenme Alanındaki Başarısı ve Tutuma Etkisi. (Yayınlanmamış yüksek lisans).* Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

STEFFE, L. P. ve THOMPSON, P. W. (2000) Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In: Lesh R. & Kelly A. E. (eds.) *Research design in mathematics and science education*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale NJ: 267–307

TAKICAK, M. (2012). *Origami Etkinliklerine Dayalı Öğretimin İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Üçgenler Ünitesindeki Akademik Başarılarına Ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

TEKİN, A.T. (2007). *Dokuzuncu ve On Birinci Sınıf Öğrencilerinin Zihinde Döndürme ve Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara.

TEKİN, B. (2010). *Ortaöğretim Düzeyinde Trigonometri Kavramlarının Öğrenilmesinde Görselleştirme Yaklaşımının Etkililiğinin Araştırılması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

TEKİN, B. ve KONYALIOĞLU, A. C. (2010). Trigonometrik Fonksiyonların Toplam ve Fark Formüllerinin Ortaöğretim Düzeyinde Görselleştirilmesi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* Cilt 5, Sayı I-II.

TOKCAN, H. ve ALKAN, G. (2013). *Sosyal Bilgiler Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi.* Ahi Evran Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD), 14(2), 1-19

TUĞRUL, B. ve KAVİCİ, M. (2002). *Kâğıt Katlama Sanatı ve Öğrenme*. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(11), 1-17.

TURĞUT, M. ve YENİLMEZ, K. (2012). Matematik Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Görselleştirme Becerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi Journal of Research in Education and Teaching.* Mayıs, Haziran, Temmuz 2012 Cilt 1 Sayı 2

UZUN, N. (2013). *Dinamik Geometri Yazılımlarının Bilgisayar Destekli Öğretim ve Akıllı Tahta ile Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamlarında Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarısına, Uzamsal Görselleştirme Becerisine ve Uzamsal Düşünme Becerisine İlişkin Tutumlarına Etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

YILDIRIM, A. ve ŞİMŞEK, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (6. Basım).* Ankara. Seçkin Yayıncılık.

YILMAZ, R. (2011). *Matematiksel Soyutlama ve Genelleme Süreçlerinde Görselleştirme ve Rolü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

YILMAZ, R. ve ARGÜN, Z. (2013). Matematiksel Genelleme Sürecinde Görselleştirme ve Önemi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education*) 28(2), 564-576.

ZIMMERMANN, W., ve CUNNİNGHAM, S. (1991). *Visualization in Teaching And Learning Mathematics*, (Pp. 1-8). Mathematical Association Of America, Washington, DC

EKLER

Ek-1- Problem Çözme Testi

İsim- Soyisim : Sınıf:

Sevgili Öğrenciler;
Bu çalışma siz değerli öğrencilerin problemleri çözerken seçtiği yolları, çözüme nasıl yaklaştığını, sonuca nasıl ulaştığını anlamak için yapılan bir çalışmadır. Cevaplarınızı nedenleriyle birlikte ayrıntılı olarak yazmanızı rica ediyorum. Aşağıdaki sorulara vereceğiniz yanıtlar, araştırma amacıyla kullanılacaktır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Soru 1: Baştan da sondan da okunduğunda, okunuşları aynı okunan sayılara palindrome denir. (747 yada 1991 gibi.) O halde 1 ile 1000 (1000 dahil) arasında kaç tane palindrome vardır?

Soru 2: Biri tam 7 dakikada ve diğeri tam 11 dakikada biten iki kum saati vardır. Bunları kullanarak bir yumurtanın tam 15 dakika da pişmesini sağlayabilir misiniz? Yani bu iki saati kullanarak 15 dakikayı ölçebilir misiniz?

Soru 3: Dört evli çift bir sinema kulübüne üyedirler ve bayanların isimleri şu şekildedir; Aleyna, Bilge, Ceyda ve Eylül. Beylerin isimleri ise Arif, Buğra, Naim ve Zafer'tir. Kim kiminle evli? Aşağıda verilen ipuçlarını kullanarak kimin kiminle evli olduğunu bulabilir misiniz?

(e) Arif, Eylül'ün erkek kardeşidir.

(f) Eylül ve Naim bir zamanlar nişanlıydılar, ancak Eylül şu anki kocasıyla tanıştığında "ayrıldılar".

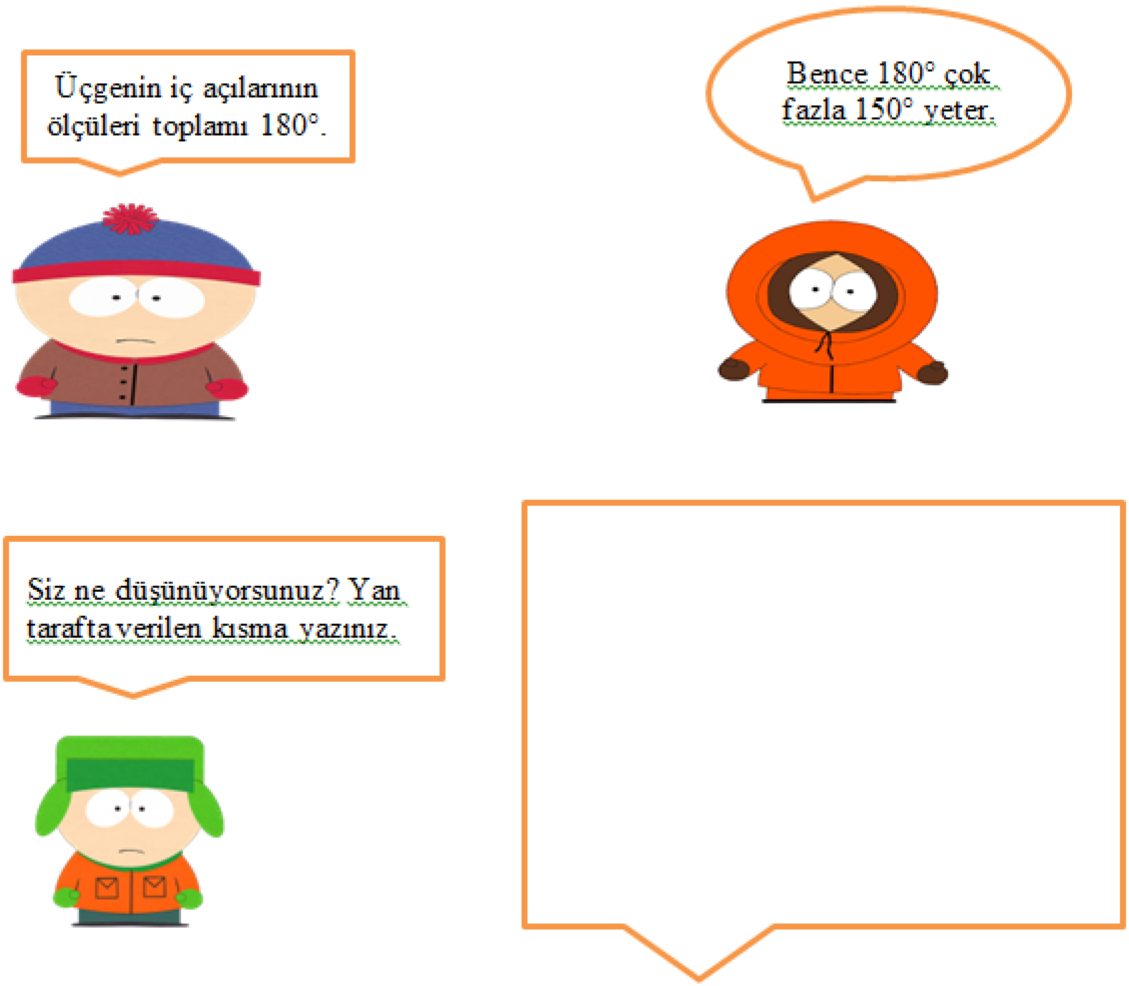
(g) Ceyda'nın bir kız kardeşi vardır, ancak kocası tek kardeştir.

(h) Aleyna, Zafer ile evlidir.

Soru 4: Yıldız kampına izcilik yapmaya 40 kız öğrenci gitmiştir. Kızlardan 14'ü göle düşer, 13'ü ormandaki zehirli sarmaşıklardan dolayı alerji olurlar ve 16'sı yürüyüş yaparken kaybolur. Bu kızlardan 3'ü hem alerji olur hem de göle düşer, 5'i ise göle düşüp yürüyüşte kaybolur, 8 kız alerji olduktan sonra ormanda yürürken kaybolur, 2 kızın başına da her 3 talihsizlik de gelir. Sizce İzci kızlardan kaçı bu kamptan başına kötü bir olay gelmeden kurtulmayı başarabilmiştir?

Ek-2

Çalışma Yaprağı 1 (180° Kavram Karikatürü)

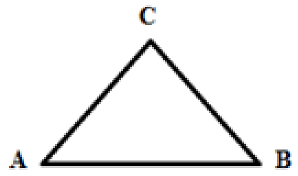


Soru 1: Bir üçgenin iç açıları toplamını bir gönye (açı ölçer) kullanmadan bulabilir misiniz? Neden açıklayınız.

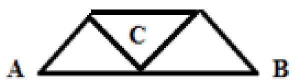
Ek-3

Çalışma Yaprağı 2 (180^0 origami)

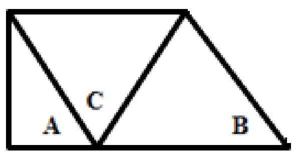
1.Adım: Üçgenimizin köşelerini harflerle şekildeki gibi adlandıralım.



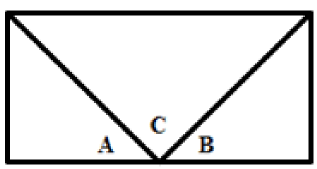
2. Adım: Daha sonra C açısını [AB] kenarının orta noktasına gelecek şekilde katlayalım.



3. Adım:Ardından C açısının yanına gelecek şekilde A acısını katlayalım.



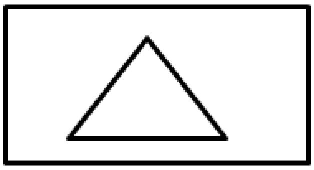
4. Adım: Şimdi de B açısının yanına C açısını katlayalım.



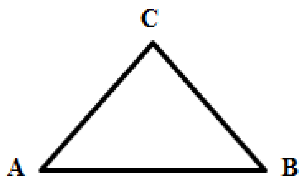
5. Adım: Sizce bu durumda A,B ve C açılarının ölçüleri toplamları hakkında ne söyleyebiliriz?

Ek-4
Çalışma Yaprağı 3 (Origami ile İkizkenar Üçgen)

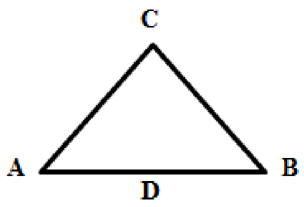
1.Adım: Öncelikle kağıdınıza bir adet ikiz kenar üçgen çiziniz. Çizdiğiniz üçgeni kenarlarından kesiniz.



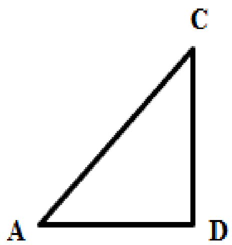
2.Adım: Elde ettiğiniz üçgeni sol tabandan başlayarak saat yönünün tersine doğru A,B ve C harfleriyle adlandırınız.



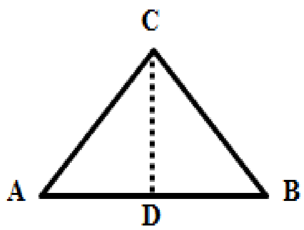
3. Adım: AB kenarının orta noktasını kalem yardımıyla işaretleyerek bu noktayı D harfi ile isimlendiriniz.



4.Adım: Üçgeninizi ikiye simetrik olacak biçimde katlayınız. Yani BC kenarını AC kenarının üstüne gelecek şekilde katlayınız.



5.Adım: Birbirine eş 2 adet ikizkenar üçgen elde etmiş oldunuz. Şimdi kağıdınızı tekrar açınız. Katladığınız kenarın dik olduğunu gördünüz:



6.Adım: Sizce A açısının ölçüsü ile B açısının ölçüsü arasında bir bağıntı var mıdır?

Ek-5

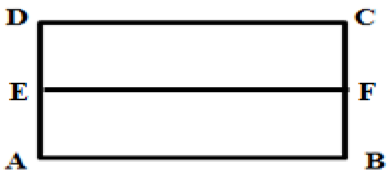
Çalışma Yaprağı 4 (Origami ile Eşkenar Üçgen)

Soru 1: Eşkenar üçgen hakkında bildiklerinizi yazınız.

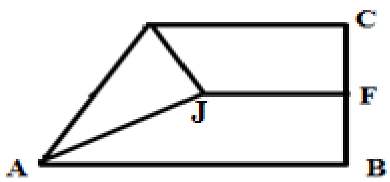
1.Adım:Dikdörtgen şeklinde bir kağıt alınız ve köşelerini şekildeki gibi sol alt köşeden başlayarak A,B,C,D olarak adlandırınız.

2. Adım: Kağıdınızı şekildeki gibi ikiye katlayınız yani A köşesi ile D köşesi üst üste gelecek şekilde katlayınız.

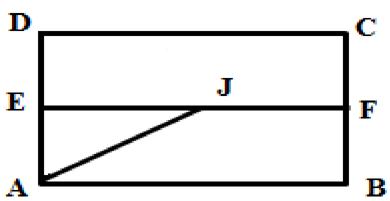
3.Adım: Kağıdınızın katını açınız. Kat izinin başladığı noktayı E harfi ile bittiği noktayı ise F harfi ile adlandırınız.



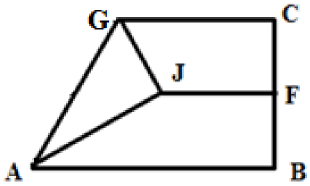
4.Adım: D noktasını EF üzerine katlayınız. D kösesinin EF doğrusunu kestiği noktayı J harfi ile adlandırınız.

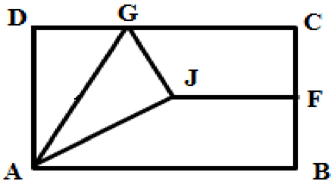


5.Adım: J noktası ile A noktasını birleştirecek şekilde bir AJ doğrusu çiziniz. Bu AJ doğrusu ile DA kenarının uzunluğunu kıyaslayınız?

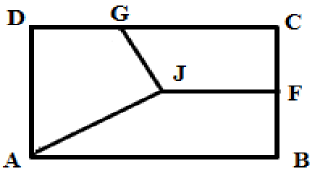


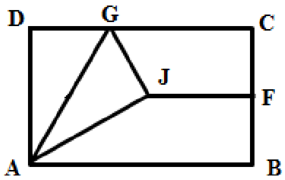
6.Adım :Katladığımız üçgenin tepe noktasını şekildeki gibi G harfi ile adlandırınız. A noktası ile G noktasını birleştirecek şekilde bir doğru parçası çiziniz. Sizce DG uzunluğu ile GJ uzunluğu eşit midir?



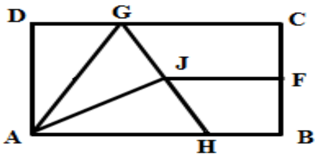


7. Adım: Oluşturduğunuz AJGD dörtgeni deltoid'tir ve AG uzunluğu bu deltoidin köşegeni olup aynı zamanda açıortay uzunluğudur aşağıdaki şekildeki gibi gösterilir.

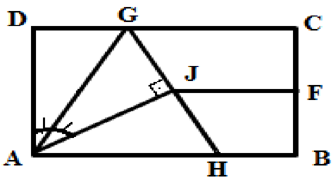




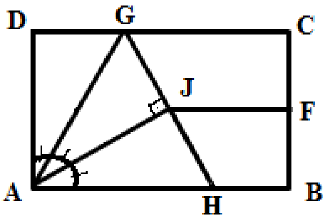
8.Adım: GJ doğrusunun AB doğrusuna doğru devamını çiziniz. GJ doğrusunun BD doğrusunu kestiği noktayı H ile adlandırınız.



9.Adım: DAG açısı ile GAJ açısı eşittir. D açısı 90 derece olduğu için GJA açısıda 90 derecedir. EF orta taban olduğu için GJ=JH dır.



10. Adım: AJ hem kenarortay hem de GH a diktir buda kendisinin aynı zamanda açıortay olduğunu ve bulunduğu üçgenin ikizkenar üçgen yada eşkenar üçgen olduğunu gösterir.



11. Adım : GAH açısı 60 derece olmaktadır buda elimizdeki üçgenin eşkenar üçgen olduğu anlamı taşır.

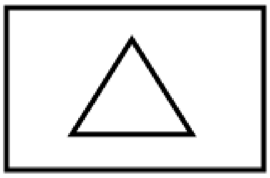
Soru 2: Bu etkinlikten neler öğrendiğinizi açıklayınız.

Ek-6

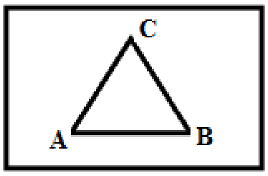
Çalışma Yaprağı 5 (Origami ile Açıortay)

Soru 1: Gönye kullanmaksızın bir açının açıortayını bulabilir misiniz? Nasıl ?

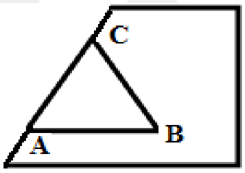
1.Adım: Öncelikle bir kâğıt alınız ve üzerine herhangi bir üçgen çiziniz.



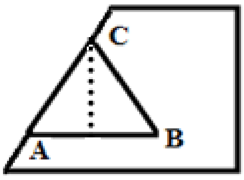
2.Adım: Üçgeni şekildeki gibi ABC olarak isimlendiriniz.



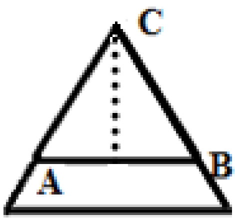
3.Adım: AC kenarını şekildeki gibi geriye doğru kıvırınız ve bir kat çizgisi elde ediniz.



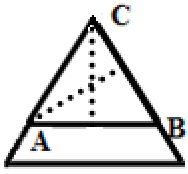
4.Adım: AC kenarını CB kenarının üzerine katlayınız ve bir kat çizgisi elde ediniz. Elde ettiğiniz bu kat çizgisini kalemle belirginleştiriniz.



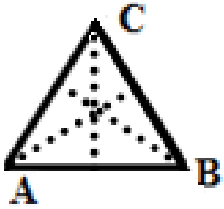
5.Adım: BC kenarını da arkasına doğru katlayarak yeni bir kat çizgisi elde ediniz.



6.Adım: AC kenarını AB kenarının üzerine katlayın ve oluşan kat çizgisini kalemle çiziniz.



7.Adım: AB kenarının altında kalan fazla kısmı kesiniz. Daha sonra AB kenarının BC kenarının üzerine katlayınız ve kat çizgisini kalemle çiziniz.



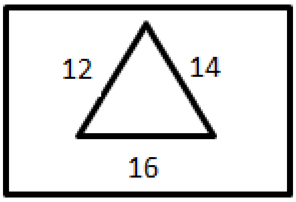
Soru 2: Üçgenin iç teğet çemberinin, varsa açıortaylarla ilişkisini belirtiniz

Soru 3: Bu çalışmadan neler öğrendiniz kısaca yazınız

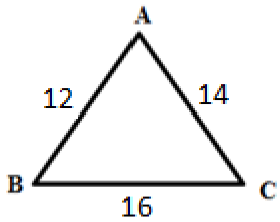
Ek-7

Çalışma Yaprağı 6 (Origami ile Kenarortay)

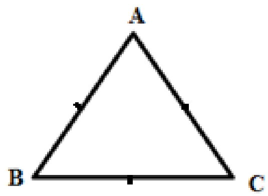
1. Adım: İlk önce kağıdınıza cetvel yardımı ile kenar uzunlukları sırasıyla 12cm,14cm,16cm olan bir üçgen çiziniz.



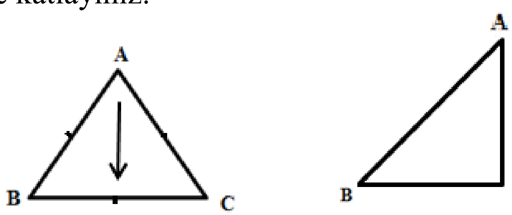
2. Adım: Oluşturduğunuz bu üçgeni kenarlarından keseniz. Kestikten sonra köşelerini şekildeki gibi A,B ve C harfleri ile adlandırınız.



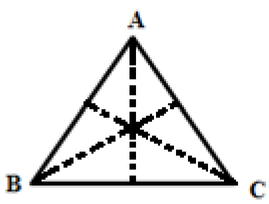
3. Adım: Her bir kenarın orta noktasını cetvelle bularak bu noktaları kalemle işaretleyiniz



4. Adım: Her bir kenarın orta noktasını, bu noktanın karşısında bulunan tepe noktasıyla aynı hizada olacak şekilde katlayınız.

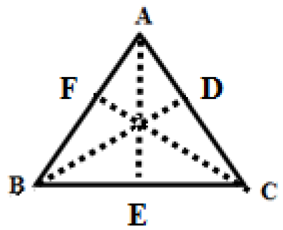


5. Adım: Belirlediğiniz orta noktalardan karşılarındaki tepe noktalarına doğrultular çiziniz.



6.Adım: Çizdiğiniz doğruların kesiştiği noktayı belirginleştiriniz. Üçgeni, bu noktası kaleminizin ucuna denk gelecek şekilde koyunuz. Üçgen dengede midir? Gözlemleyiniz.

7. Adım: Çizdiğiniz doğruların kesiştiği noktayı G harfi ile kenarların orta noktalarına da D,E,F harfleri ile şekildeki gibi adlandırınız.

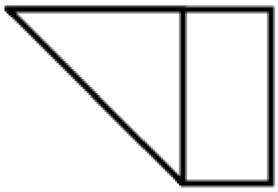


Soru 1: Bu etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız.

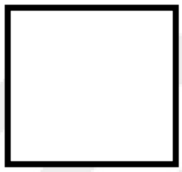
Ek-8

Çalışma Yaprağı 7 (Origami ile Pisagor Teoremi)

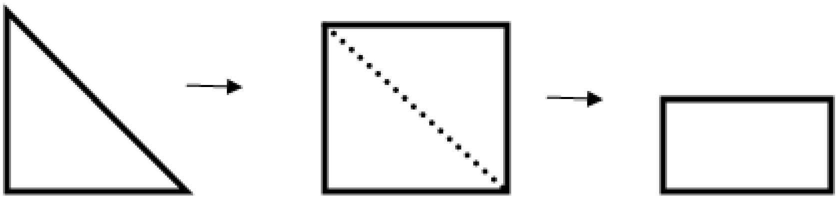
1. Adım: Bir adet A4 kağıt alınız. Kağıdınbir köşesinden tutup çapraz şekilde kağıdın bir kenarı ile diğer kenarını birleştirecek şekilde katlama yapın.



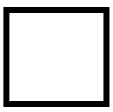
2. Adım: Oluşan dik üçgenin dışındaki dikdörtgen kısmı katlayın. Daha sonra yırtıp bir kenara bırakın. Şimdi kare şeklinde bir kâğıt elde ettiniz.



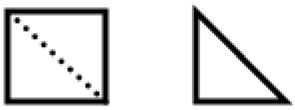
3.Adım: Kağıdınızı önce köşegenden ikiye katlayınız. Daha sonra kağıdınızı açın. Bu sefer kağıdınızı ortadan ikiye katlayınız.



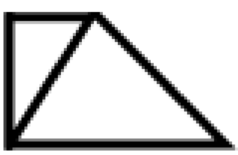
4. Adım: Kağıdınızın katını açmadan tekrar ortadan ikiye katlayınız.



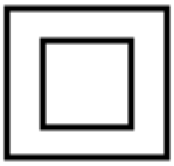
5.Adım: Bu sefer kağıdınızı gördüğünüz katlama izinden (köşegenden) katlayınız.



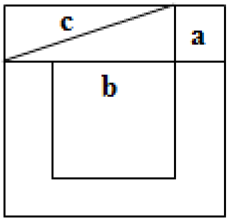
6.Adım: Kağıdınızı açık uçlar alt tarafa gelecek şekilde tutunuz. Tabana paralel olacak şekilde bir köşesini diğer köşesine şekildeki gibi katlayınız.



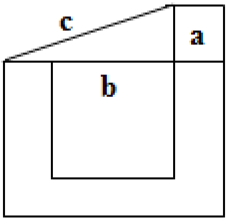
7. Adım: Kağıdınızı ilk haline gelecek şekilde açınız. Şeklinizin ortasında bir kare oluşturmuş oldunuz.



8.Adım: Şekildeki gibi işaretleme yapınız.



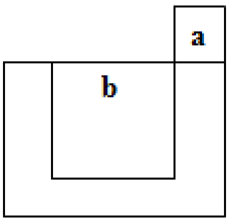
9.Adım: Şekildeki gibi üçgenleri kıvırınız. Daha sonra bu işlemi tüm kenarlar için tekrarlayınız.



10.Adım: Sonuçta bir kenarı c olan bir kare oluşturdunuz. Bu karenin alanı tüm alandan 4 tane küçük üçgenin çıkarılması ile oluştu. (yani c^2)

11.Adım: Şekli tekrar açınız ve a kenarını yırtınız.

12.Adım: Şekildeki gibi katlama yapınız.



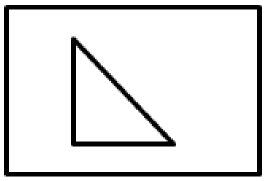
14.Adım: Kalan alanı formüle edelim.

Soru 1: Bugünkü etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız.

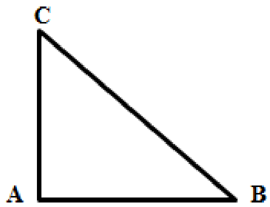
Ek-9

Çalışma Yaprağı 8 (Origami ile Muhteşem Üçlü)

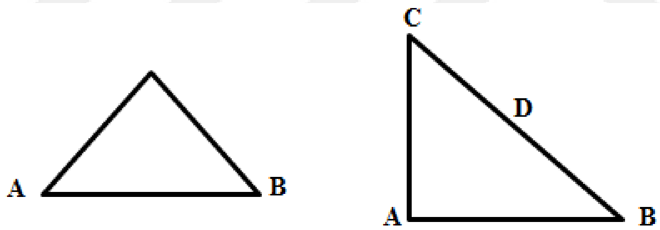
1.Adım: Kağıdınıza bir adet dik üçgen çiziniz. Daha sonra bu dik üçgeni kenarlarından kesiniz.



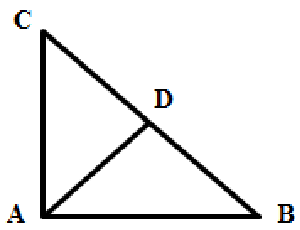
2.Adım: Kestiğiniz dik üçgeni sol alt tabandan başlayarak saat yönünün tersine doğru A,B ve C harfleriyle adlandırınız.



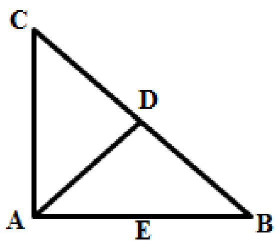
3.Adım: ABC üçgeninin hipotenüsünün orta noktasını, B noktasını C noktası üzerine katlayarak bulunuz ve bu noktayı D harfi ile adlandırınız.



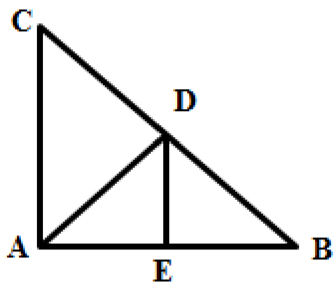
4.Adım: A ve D noktalarını bir doğru ile birleştiriniz. Yani AD doğrusunu çiziniz.



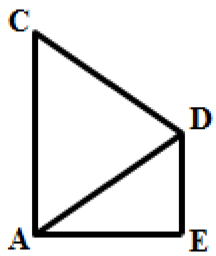
5.Adım: Şimdi AB kenarının orta noktasını buluruz. Bu noktayı E harfi ile adlandırınız.



6.Adım: E noktası ile D noktasını birleştirerek ED doğrusunu çiziniz.



7.Adım: BDE üçgenini ED doğrusu boyunca ADE üçgeninin üzerine katlayınız.



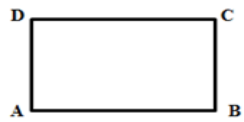
8. Adım: BD doğrusunun uzunluğu ile CD doğrusunun uzunluğu arasındaki ilişkiyi yazalım.

9.Adım: BD, CD ve AD doğrularının uzunluklarının birbirleriyle ilişkisi var mıdır? Varsa bu ilişkiyi ifade ediniz.

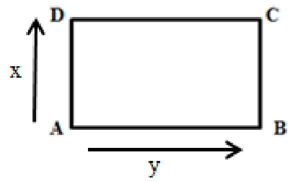
Ek-10

Çalışma Yaprağı 9 (Origami ile Dikdörtgenin ve Üçgenin Alanı)

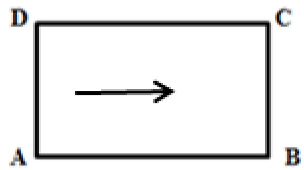
1.Adım: Dikdörtgen şeklindeki kağıdınızın şekildeki gibi köşelerini ABCD olarak adlandırınız.



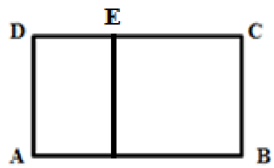
2.Adım: Dikdörtgenin kısa kenarının uzunluğunu x birim, uzun kenarının uzunluğunu ise y birim kabul ediniz.



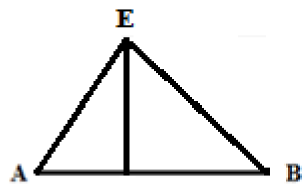
3. Adım: Dikdörtgeni kısa kenarını eni boyunca herhangi bir uzunlukta katlayınız.



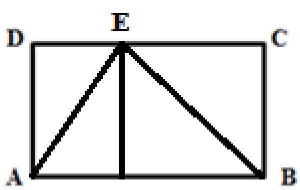
4. Adım: Şimdi iki farklı büyük dikdörtgen elde etmiş oldunuz. Bu dikdörtgenlerin ortak kenarının üst kısmındaki noktayı E ile isimlendiriniz.



5. Adım: E noktasının çaprazında A ve B noktaları bulunmaktadır. Bu noktalardan bir kat izi olacak şekilde kağıdı E ye katlayınız.



6. Adım: Şimdi farklı iki dikdörtgeni köşegenlerinden katlamış oldunuz ve dikdörtgenleri ikişerli eş üçgenlere ayırmış oldunuz.



7. Adım: Bir dikdörtgenin alanı kısa kenar uzunluğuyla uzun kenar uzunluğunun çarpımına eşittir. Yani A(ABCD)= a.bdir.

8. Adım: Dikdörtgenlerin alanlarıyla oluşan üçgenlerin alanları arasında bir bağlantı vardır. Bu bağıntıyı ifade etmeye çalışalım.

Soru 1: Bu etkinlikten neler öğrendiniz? Yazınız.

EK 11. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Görüşmeci Adı-Soyadı :
Sınıf :
Tarih :
Yer :

1. Origaminin/ Sözsüz İspatların en çok hangi yönü hoşunuza gitti? Origami/Sözsüz İspatlar yöntemlerini yaparken neler hissettiniz?

2. Etkinlikler sırasında origami yaparken ya da sözsüz ispatlar yöntemi esnasında yaşadığın zorluklar oldu mu?

3. Etkinlikler esnasında kullanılan çalışma yaprakları sence yararlı mıydı?

4. Matematik derslerinde origami ve sözsüz ispat yöntemlerinin kullanılması ile ilgili ne düşünüyorsun? Derslerde böyle etkinliklere yer verilmeli mi sence?

5. Origaminin/Sözsüz İspatların etkili olduğunu düşündüğün konular nelerdir? Yani başka hangi konuların böyle öğretilmesini istersin?

6. Origaminin/Sözsüz İspatların yöntemlerinin etkili olmadığını hiç düşündün mü? Sence origami ya da sözsüz ispatlar yöntemini vakit kaybı olarak görüyor musunuz? (örneğin eşkenar üçgen)

7. Origami/Sözsüz İspatlarla ilgili birçok çalışma yaptık, aklında en çok kalan etkinlik hangisidir? Etkinlikler sırasında unutamadığın bir anın oldu mu?

8. Daha önce yaptığımız etkinliklerden hangilerini hatırlıyorsun?

9. (Birkaç eski uygulamanın resmi gösterilir.) Bu etkinlikleri hatırladın mı? Bunları daha önce nerede kullanmıştık?

EK 12. ARAŞTIRMA İZNİ

T.C.
SİVAS VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 92255297-605.01-E.5297524 11.05.2016
Konu: Araştırma İzni
(Ayşe GELİŞEN)

Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğüne
(Ayşe Gelişen)

İlgi :a)Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğünün 03/05/2016 Tarih ve 30182376-044-E.00000009114 Sayılı Yazısı.
b)Valilik Makamının 11/05/2016 Tarih ve 92255297-605.01-E.5269604 Sayılı Onayı.
c)Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 07/03/2012 Tarihli B.08.0.YET.00.20.00.0-3616 Sayılı 2012/13 No'lu Genelgesi.

Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı tezli yüksek lisans öğrencisi Ayşe GELİŞEN'in, "Ortaöğretim Düzeyinde Üçgenlerin Öğretiminde Görselleştirme Yaklaşımının (Origami ve Sözsüz İspatların) Etkisinin İncelenmesi" konulu araştırma çalışması kapsamında hazırlayacağı tezi için İlimiz Merkez İlçede bulunan Asım Şahin Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi öğrencilerine yönelik anket çalışması yapması Valilik Makamının ilgi (b) onayı ile uygun görülmüş olup onay örneği yazımız ekinde gönderilmiştir.

Söz konusu anket çalışmasının bitiminde araştırmacı tarafından sonuç raporunun bir örneğinin CD ortamında Müdürlüğümüze gönderilmesi hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini arz/rica ederim.

Mustafa ALTINSOY
Milli Eğitim Müdürü

Ek : İlgi (b) Onay Örneği (1 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
11/05/2016

DAĞITIM :
Gereği :
- Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğüne

Bilgi :
- Asım Şahin Kız And. İHL Müd.

L. KELDAL
Şef

Muhsin Yazıcıoğlu Bulvarı No:23 SİVAS
Elektronik Ağ:http://sivas.meb.gov.tr
Eposta:arge58@meb.gov.tr;istatistik58@meb.gov.tr

Bilgi için: L.KELDAL - Şef
Tel:0 346 2284800 132
Faks:0 346 2270639