T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AÇILAR KAVRAMINA YÖNELİK KAVRAM İMAJLARININ İNCELENMESİ

HELİN ZİYANAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Gözde AKYÜZ (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Devrim ÜZEL
Prof. Dr. Jale İPEK

BALIKESİR, OCAK- 2025

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımca hazırlanan “**Ortaokul Öğrencilerinin Açılar Kavramına Yönelik Kavram İmajlarının İncelenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Helin ZİYANAK

ÖZET

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AÇILAR KAVRAMINA YÖNELİK KAVRAM İMAJLARININ İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HELİN ZİYANAK
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, OCAK - 2025

Bu çalışma, ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki kavram imajlarını Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın katılımcıları, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Balıkesir ilinin merkez ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmada, karma yöntem desenlerinden biri olan iç içe karma desen kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen ve açının tanımı, açı türleri, açı ilişkileri ve özellikleri ile paralel doğrular ve açı ilişkileri olmak üzere dört alt boyuttan oluşan 15 açık uçlu sorudan meydana gelen bir test uygulanmıştır. Çalışmanın bulguları incelendiğinde, öğrencilerin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farkın şekilsel puanlar lehine olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin açı kavramını anlamada şekilsel bileşenin baskın olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler arasında açı kavramına ilişkin toplam puanlar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelendiğinde, çoğunluğun açı tanımını yapmada zorlandığı, dar, dik ve geniş açılarla ilgili tanımlama ve çizimlerde büyük oranda doğru yanıtlar verdiği, ancak komşu, tümler ve bütünler açılar konusunda kavramsal karışıklık yaşadığı gözlemlenmiştir. Özellikle tümler açılar ile komşu tümler açılar arasındaki farkın ayırt edilmesinde zorluk çektikleri belirlenmiştir. Ayrıca, ters, iç ters, dış ters ve yöndeş açılarla ilgili sorulara verilen yanıtların büyük oranda boş bırakıldığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunlukla şekil çizerek yanıt verdikleri, ancak bu şekillerin kavramsal anlamı yansıtma noktasında yetersiz kaldığı görülmüştür. Elde edilen bulgular doğrultusunda, açılar konusundaki öğretim sürecinde şekilsel bileşenin kavramsal bileşene baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kavramsal anlamayı güçlendirmek ve öğrencilerin konuyu daha derinlemesine öğrenmelerini sağlamak amacıyla çeşitli öneriler sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Geometri öğretimi, açı kavramı, kavram tanımı, şekilsel kavram, kavram imajı.

Bilim Kodu: 13601 Sayfa Sayısı: 74

ABSTRACT

EXAMINATION OF THE CONCEPT IMAGES OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS FOR THE CONCEPT OF ANGLES
MSC THESIS
HELİN ZİYANAK
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
ELEMENTARY MATHEMATİCS EDUCATİON
(SUPERVISOR: GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, JANUARY - 2025

This study aims to examine the concept images of middle school 7th and 8th grade students regarding angles within the framework of Fischbein's Figural Concept Theory. The participants of the study consist of 7th and 8th grade students studying at a public middle school in the central district of Balıkesir province during the 2023-2024 academic year. A nested mixed-method design, one of the mixed-method research designs, was employed in this study. As a data collection tool, a test consisting of 15 open-ended questions developed by the researcher was used. These questions were categorized into four subgroups: definition of angles, types of angles, angle relationships and properties, and parallel lines and angle relationships.The findings of the study indicate a statistically significant difference between students' figural and conceptual scores, with the difference favoring the figural scores. This result suggests that the figural component is dominant in students' understanding of the concept of angles. However, no statistically significant difference was found between the total concept image scores of students at different grade levels. A detailed analysis of student responses revealed that most students struggled with defining angles, although they generally performed well in defining and drawing acute, right, and obtuse angles. Nevertheless, they exhibited conceptual confusion regarding adjacent, complementary, and supplementary angles, particularly in distinguishing between complementary angles and adjacent complementary angles. Additionally, many students left questions related to alternate interior, alternate exterior, corresponding, and same-side interior angles unanswered. The majority of responses were provided in the form of drawings, yet these illustrations often failed to adequately convey the conceptual meaning.
Based on the findings, it was concluded that the figural component is more dominant than the conceptual component in the learning process of angles. Various recommendations have been proposed to strengthen conceptual understanding and enhance students' deeper learning of the topic.

KEYWORDS: Geometry teaching, angle concept, concept definition, figural concept, concept image.

Science Code: 13601 Page Number: 74

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

TABLO LİSTESİ

Sayfa

ÖNSÖZ

Kendisiyle çalışma fırsatı bulduğum için şanslı hissettiğim, öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum, bu akademik yolculuğumda inancını ve desteğini hiç esirgemeyen sonsuz anlayışı, hoşgörüsü ve her daim güleryüzüyle yanımda olan disiplini ve idealistliğini her zaman örnek aldığım, insaniyetinden çok şey öğrendiğim çok değerli hocam Prof. Dr. Gözde AKYÜZ'e eşsiz desteği, sabrı ve emekleri için minettarım. Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki en büyük pay, hiç şüphesiz hocamındır. Kendisine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ve beni bugünlere getiren, yüksek lisansa başlamam da beni yüreklendiren canım ailem siz olmasanız olmazdı. Her konuda bana sonsuz güvenen canım babam İbrahim ZİYANAK'a, her koşulda beni destekleyen biricik annem Ayşe ZİYANAK'a, her zaman yanımda olan kız kardeşlerim Özlem, Öznur, Dilan'a ve beni bu zor süreçte motive eden minik prenseslerim, güzel yeğenlerim Alya ve Liya'ya sonsuz teşekkürler. Siz benim bu hayattaki en büyük iyikilerimsiniz.

Yüksek lisans eğitimim süresince fikirleriyle bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesinden çok şey öğrendiğim kıymetli hocam Doç. Dr. Kazım BİBER'e ve her konuda yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Devrim ÜZEL'e çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca beni cesaretlendiren, desteğini hiç esirgemeyen değerli ablam Bigadiç MYO sekreteri Nurgül KARABAYIR'a çok teşekkürler.

Balıkesir, 2025 **Helin ZIYANAK**

1. GİRİŞ

Matematik, gelişen ve sürekli değişen toplumlarda yalnızca bir bilim dalı değil, aynı zamanda bir düşünce biçimi ve yaşam tarzı olarak bireylerin ve toplumların ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Geometri hem çevremizi hem de matematiksel kavramları anlamamıza ve betimlememize yardımcı olan sezgisel ve somut yönleri barındıran matematiğin önemli bir alt dalıdır (NCTM, 2000). Matematik öğreniminde temel bir role sahip olan geometri, yalnızca matematiksel alanlarda değil, aynı zamanda bilim, sanat ve günlük yaşamda da büyük bir öneme sahiptir (Clements ve Battista, 1992).

Geometri, bireylerin geometrik şekilleri tanımlamalarına, bunlar arasındaki ilişkileri incelemelerine ve sınıflandırmalar yapmalarına imkân tanıyarak akıl yürütme becerilerinin gelişimini destekler (Özdemir Erdoğan, Dur, 2014). Geometri öğretimi, öğrencilerin uzamsal düşünme ve görselleştirme becerilerinin gelişmesine katkı sağlarken, aynı zamanda tümdengelimsel akıl yürütme, problem çözme, eleştirel düşünme ve ispat becerilerinin gelişmesi için de önemli bir fırsat sunar (Battista, 2007). Bu nedenle, geometrik kavramlar matematik eğitiminin temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Ancak birçok öğrenci geometriyi zorlayıcı bir konu olarak algılamaktadır (Yılmaz vd., 2008; Juman vd., 2022).

Geometri yalnızca bir ders konusu değil, aynı zamanda matematiğin en önemli alt alanlarından biridir. Geometri öğretimi ve öğrenimi açısından iki temel bakış açısı bulunmaktadır. Birinci perspektif, geometrinin bir uzay bilimi olarak ele alınmasıdır; ikinci perspektif ise, onu öğrencinin matematiksel yapıya dair anlayışını şekillendiren mantıksal bir sistem olarak görmektir. Bu iki bakış açısı birbiriyle ilişkilidir; çünkü geometriyi uzay bilimi olarak kavrayabilmek, aynı zamanda onu mantıksal bir yapı şeklinde anlamayı gerektirir. Bu bağlamda, geometri öğreniminin bilişsel yönüne dair çeşitli sorular ortaya çıkmaktadır. Örneğin, öğrencilerin çevresindeki yapıları nasıl algıladığı, görsel bilgiyi işlerken hangi bilişsel kodları kullandığı ve geometri öğrenimi için hangi görsel becerilere ihtiyaç duyduğu gibi konular, geometri öğretiminin etkinliğini artırmak açısından büyük önem taşımaktadır (Hershkowitz, 1990).

Fiziksel dünya ile geometri arasındaki doğal ilişkiyi anlamadaki zorluklar, öğretim ve öğrenme süreçlerinin karmaşıklığını yansıtmaktadır. Öğrencilerin geometrik kavramlara ilişkin zihinsel imgelerini nasıl oluşturduklarını ve bu imgelerin gelişimini etkileyen faktörleri daha iyi anlayabilmek için, ilgili kavramların ve matematiksel yapıların detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Bu noktada, "kavram tanımı" ve "kavram imajı" önemli iki unsur olarak öne çıkmaktadır.

Kavram tanımı, belirli bir terimin ya da kavramın anlamını ve kapsamını belirleyen bir süreçtir. Bu süreç, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirirken, öğrenilen bilgilerin kalıcılığını da artırır (Alaylı, 2023). Özellikle soyut kavramların öğretiminde, kavramların net bir şekilde tanımlanması, öğrencilerin bu kavramları anlamasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ve National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) gibi eğitim otoriteleri, öğretim programlarında kavramsal öğrenmeye özel bir vurgu yapmaktadır (Alaylı, 2023).

Kavram imajı ise, bireylerin belirli bir kavram hakkındaki zihinsel temsilleri ve algılarıdır. Vinner ve Tall (1981) tarafından geliştirilen kavram imajı teorisi, öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl algıladıklarını ve bu algıların öğrenme süreçlerine nasıl yansıdığını incelemektedir (Özcan, 2020). Geometri öğretiminde kavram imajı büyük bir öneme sahiptir ve öğrencilerin sahip olduğu zihinsel imgeler, kullanılan öğretim yöntemleri ve materyaller aracılığıyla şekillenmektedir. Örneğin, manipülatif materyallerin kullanımı, öğrencilerin geometri kavramlarını daha somut bir şekilde anlamalarına yardımcı olabilir ve bu kavramların keşfedilmesini kolaylaştırarak kavram imajlarını olumlu yönde etkileyebilir (Katrancı, 2023).

Kavram tanımı ve kavram imajı arasındaki ilişki, matematik öğretiminde dikkate alınması gereken kritik bir noktadır. Öğrencilerin kavramları doğru bir şekilde tanımlamaları, ilgili zihinsel imgelerinin de gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, öğretim süreçlerinde kavram tanımlarının net bir şekilde yapılması ve öğrencilerin kavram imajlarını geliştirmelerine olanak tanıyan uygun öğretim stratejilerinin uygulanması gerekmektedir (Karataş vd., 2016). Sonuç olarak, kavram tanımı ve kavram imajı, matematik eğitiminin temel unsurlarını oluşturmaktadır ve bu kavramların etkili bir şekilde öğretilmesi, öğrencilerin matematiksel başarılarını artırmada kritik bir rol oynamaktadır.

1.1 Problem Durumu

Geometri, matematik öğretim programlarının önemli bir bileşeni olarak, öğrencilerin mekansal düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Türkiye'deki eğitim sisteminde, geometri öğretimi özellikle ortaokul düzeyinde, öğrencilerin analitik düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla çeşitli stratejilerle desteklenmektedir. Geometri öğretiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilerin problem çözme becerilerini, kavramsal anlayışlarını ve çevrelerindeki fiziksel dünyayı yorumlama yetilerini geliştirmektir (Baki, 2001). Bu amaçlara ulaşılabilmesi için eğitim ortamlarının, öğrencilerin tümdengelimsel akıl yürütme becerilerini kullanmalarına ve geometrik şekilleri sınıflandırmalarına olanak sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, eğitim sisteminin çeşitli kademelerinde geometri öğretimine ilişkin problemler yaşandığı da bilinmektedir.

Ülkemizde farklı eğitim kademelerinde öğrencilerin geometriye ilişkin bilgi ve düşünme düzeyleri incelendiğinde, bu düzeylerin genellikle düşük olduğu ve öğrencilerin geometriye dair kavramsal bilgilerinin yetersiz olduğu görülmektedir (Berkun, 2011). Bu durum, geometri öğretimine daha fazla ağırlık verilmesi gerektiğini göstermektedir. Geometri eğitimi, temel kavramlar ile başlamaktadır ve bu kavramlar, öğrencilerin etraflarındaki dünyayı anlamlandırmalarını sağlayan bilişsel araçlar olarak büyük bir öneme sahiptir (Senemoğlu, 1998). Matematiksel kavramların öğrenilmesi, öğrencilerin zihinsel süreçlerini destekleyerek soyut düşünme becerilerini geliştirmekte ve etkili iletişim kurmalarına yardımcı olmaktadır.

Eğitim sürecinde öğretmenlerin, öğrencilerin yalnızca kavram tanımlarını ezberlemelerine odaklanmak yerine, kavramları anlamlandırmalarına ve bu kavramlarla ilgili zengin zihinsel imgeler oluşturmalarına yardımcı olmaları gerekmektedir (Cottrill, 2003). Öğrencilerin kavramları aktif olarak kullanmadıklarında unutabilecekleri, ancak zihinlerinde belirli izlerin kalacağı ve ihtiyaç duyduklarında bu bilgiyi geri çağırabilecekleri bilinmektedir. Bu durum, kavram imajının öğrenme sürecinde ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

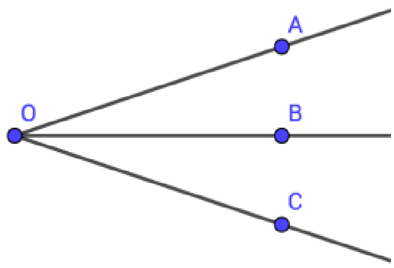
Türkiye'deki ilköğretim programlarında geometri öğretimi, öğrencilerin temel kavramları tanımalarını ve kavramlar arası ilişkileri keşfetmelerini sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. İlköğretimin ilk yıllarında öğrenciler, geometrik cisimleri ve şekilleri tanıma, adlandırma, oluşturma, çizme, karşılaştırma ve belirli özelliklere göre gruplandırma gibi etkinliklerle desteklenmektedir (MEB, 2009).

4. ve 5. sınıflardan itibaren öğrencilerin, farklı şekiller ve cisimler arasında karşılaştırmalar yaparak benzerlik ve farklılıkları keşfetmeleri hedeflenmektedir. 6, 7 ve 8. sınıf düzeylerinde ise geometri öğretimi daha soyut bir hâl almakta ve ispat temelli düşünme becerileri ön plana çıkmaktadır. İlkokulda atılan temeller üzerine inşa edilen geometrik kavramlar, bu dönemde daha derinlemesine ele alınarak öğrencilerin soyut düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişmesi sağlanmaktadır. Bununla birlikte, öğrencilerin geometrik kavramları nasıl öğrendikleri, zihinsel süreçlerini nasıl yapılandırdıkları ve kavram tanımı ile kavram imajını nasıl ilişkilendirdikleri, öğretim süreçlerinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir.

Açılar geometri alanında temel bir kavram olup, matematiksel hesaplamalardan mühendislik uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, açılar hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmak hem matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek hem de pratik uygulamalarda başarı sağlamak için gereklidir. Ancak, açı kavramı sadece bir tanımdan ibaret değildir. Öğrencilerin zihninde, açıya dair çeşitli şekilsel temsiller ve prototipler oluşmaktadır. Bu noktada, Fischbein’in şekilsel kavram teorisi öğrencilerin geometrik kavramları oluşturma sürecinde önemli bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Fischbein’e göre, matematiksel kavramlar sadece formal tanımlardan ibaret değildir. Aynı zamanda, bu kavramlara eşlik eden zihinsel imgeler ve şekilsel temsiller de önemlidir. Fischbein, geometrik şekillerin yalnızca soyut kavramlar değil, aynı zamanda görsel imgeler olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, bir geometrik şekil (örneğin, bir kare), hem içsel kavramsal özelliklere sahip olup hem de bir mental temsil olarak algılanmaktadır (Fujita, Jones, 2003). Bu durum, açılar gibi geometrik unsurların anlaşılmasında şekilsel kavramların rolünü vurgulamaktadır. Fischbein’in şekilsel kavram teorisi, geometrik şekillerin iki yönlü doğasını ortaya koymaktadır; bu şekiller hem kavramsal hem de şekilsel özellikler taşımaktadır (Llinares, Clemente, 2014). Örneğin, bir üçgenin iç açıları toplamı 180 derece olarak bilinirken, bu bilgi yalnızca bir kavramsal anlayış değil, aynı zamanda bu üçgenin görsel temsilinin de bir parçasıdır.

Öğrenciler, açılarla ilgili olarak zihinlerinde farklı açı türlerine dair prototipler oluşturmaktadırlar. Bu prototipler, öğrencilerin açılarla ilgili problemleri çözerken veya akıl yürütürken başvurdukları ilk referans noktaları haline gelmektedir.Bu nedenle, açılar ve geometrik figürler arasındaki ilişki, öğrencilerin geometrik kavramları anlamalarını ve uygulamalarını etkileyen önemli bir faktördür (Sharma, 2019). Ayrıca, açılar ve geometrik şekiller arasındaki etkileşim, öğretim süreçlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenlerin, öğrencilerin şekilsel kavramları anlamalarına yardımcı olmak için bu iki yönü bir arada düşünmeleri gerekmektedir (Vodušek, Lipovec, 2014). Örneğin, bir öğretim ortamında açılarla ilgili problemler çözüldüğünde, öğrencilerin hem kavramsal hem de şekilsel anlayışlarını geliştirmeleri sağlanabilmektedir. Bu durum, öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini artırmakta ve onların problem çözme yeteneklerini güçlendirmektedir (Fujita, Jones, 2007). Fischbein'in şekilsel kavram teorisi, geometrik kavramların öğretiminde ve öğreniminde, kavramsal ve şekilsel bileşenlerin etkileşimini anlamak için bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, öğrencilerin açılar gibi temel geometrik kavramları daha iyi kavramalarına yardımcı olurken, aynı zamanda bu kavramların günlük yaşamda nasıl uygulandığını anlamalarına da olanak tanımaktadır (Miragliotta, Baccaglini-Frank, 2021).

Fischbein (1993) çalışmasında, şekil ve kavram arasındaki etkileşimi Şekil 1.1 üzerinden somutlaştırarak, öğrencilerin geometrik şekillerdeki açıları belirleme becerilerini değerlendirmiştir.



Şekil 1.1: Açılar (Fischbein (1993, s. 152).

Öğrencilerin büyük bir kısmı, verilen şekildeki açı sayısını iki olarak belirlemiştir. Bu durum, öğrencilerin açı kavramını tam olarak içselleştirmedikleri anlamına gelmektedir. Şeklin görsel özellikleri öğrencileri yanıltıcı bir algıya yöneltmiştir. Şeklin taşıdığı Gestalt özellikleri, öğrencilerin açıyı şekle göre yorumlamasına neden olmuş ve açı kavramının soyut yapısının şekil üzerindeki hâkimiyetini zayıflatmıştır. Özellikle, OB ışınının AOC açısını ikiye böldüğü algısı, öğrencilerin şekli formel olmayan görsel kalıplara göre yorumlamalarına yol açmıştır.

Matematiksel kavramların tam olarak anlaşılması için hem tanımların kesinliği hem de şekillerin görselleştirme gücü birlikte kullanılmalıdır. Tanımlar, kavramların sınırlarını belirlerken, şekiller ise bu kavramları daha somut hale getirerek öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır.

Kısacası, geometri öğretiminde ezberden ziyade anlamlı öğrenmeye odaklanmak önemlidir. Öğrencilerin, geometrik kavramları deneyimleyerek, farklı durumlarda kullanarak ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri keşfederek öğrenmeleri sağlanmalıdır. Bu sayede, geometri öğrencilere sadece bir ders değil, aynı zamanda düşünme becerilerini geliştiren bir araç haline gelecektir. Bu düşünme becerilerini geliştirmek için kavram tanımına odaklanmanın yanı sıra, öğrencilerin kavram imajlarını zenginleştirmek de önemlidir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Kavramların sadece tanımlarından ibaret olmadığını, aynı zamanda sezgiler ve prototipler tarafından da şekillendirildiğini vurgulayan Ulusoy (2021), öğrencilerin eksik veya hatalı kavram imajları geliştirmemeleri için sistematik bir rehberliğe ihtiyaçları olduğunu belirtir. Bu rehberliğin sağlanabilmesi için öncelikle durum tespiti yapılması, yani öğrencilerin mevcut kavram imajlarının belirlenmesi gerekmektedir. Köğce (2018), öğrencilerin bir kavram hakkındaki imajlarını anlamanın, o kavramla ilişkili diğer kavram ve süreçleri de kapsadığından, öğretimsel zorlukların aşılarak yanlış, eksik veya kısmi kavram imajlarının oluşmasının engellendiğini ifade eder.

Geometri öğreniminde öğrencilerin yaşadığı zorluklar hem Türkiye'deki hem de uluslararası sınavlarda kendini göstermektedir. Özellikle açılar konusu, geometrinin temelini oluşturduğu için bu konudaki öğrenme güçlükleri tüm geometri öğrenimini etkilemektedir. Bu nedenle bu araştırma, öğrencilerin geometri alanındaki zorluklarını aşmalarına yardımcı olmak amacıyla, zihinsel kavramlara odaklanarak öğrencilerin açı konusunu nasıl kavramsallaştırdıklarını ve sınıflandırdıklarını detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin açılarla ilgili zihinsel imajları ve kavramları Fischbein'in şekilsel kavram teorisi çerçevesinde analiz edilecektir. Bu kapsamda çalışmanın problem cümlesi ve alt problemler aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

Problem cümlesi: 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki kavram imajları şekilsel kavram teorisi bağlamında ne düzeydedir ve nasıldır?

Alt problem 1: Öğrencilerin açı kavramına ilişkin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

Alt problem 2: Öğrencileri şekilsel kavram imajı testi puan ortalamaları arasında sınıf düzeyine göre fark var mıdır?

Alt problem 3: Öğrencilerin açılar konusundaki kavram imajları Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelendiğinde nasıl betimlenir?

1.3 Araştırmanın Önemi

Matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalar, öğrencilerin geometri konularında özellikle açı kavramını anlamada çeşitli güçlükler yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu güçlükler, öğrencilerin açı kavramını yalnızca belirli şekillerle ilişkilendirmesi, açıyı bir dönüş hareketi olarak algılayamaması veya açı ölçümünü anlamlandıramaması gibi farklı biçimlerde kendini göstermektedir. Öğrencilerin açı tanımı ile kavram imajları arasındaki ilişkiyi kuramamaları, onların geometri konularındaki genel başarılarını olumsuz yönde etkileyebileceği gibi, problem çözme süreçlerinde de hatalara yol açabilmektedir.

Bu çalışma, Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde öğrencilerin açı kavramına ilişkin kavramsal imajlarını ve bu imajların açı tanımını anlamalarının nasıl ve ne düzeyde olduğunu incelemeyi amaçlamaktadır. Fischbein'in teorisi, bireylerin zihinsel süreçlerinde şekilsel ve kavramsal bileşenlerin etkileşim içinde olduğunu öne sürmekte ve matematiksel düşüncenin nasıl şekillendiğine dair önemli açıklamalar sunmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin açı kavramına dair sahip oldukları görsel imgeler ile matematiksel tanımlar arasındaki uyumsuzlukların tespit edilmesi, geometri öğretiminde karşılaşılan kavramsal öğrenme güçlüklerinin anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın literatüre katkısı üç temel noktada özetlenebilir:

Öğrencilerin Kavramsal Eksikliklerini Ortaya Koyma: Çalışma, öğrencilerin açı kavramını anlamalarındaki eksikliklerini belirleyerek bu kavramın öğretimine yönelik yeni öneriler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Fischbein'in Figural Kavram Teorisi Bağlamında Yeni Bir Perspektif Sunma: Teorik çerçeve olarak Fischbein'in yaklaşımını kullanarak, açı kavramının öğretiminde figural ve kavramsal düşünme süreçlerinin nasıl etkileştiğini açıklamaya yönelik yeni bulgular ortaya koymaktadır.

Matematik Eğitimi İçin Öğretimsel Çıkarımlar Sağlama: Çalışma sonucunda, açı kavramının öğrenilme düzeyine ilişkin bulgulara ulaşılması, konunun öğrenilmesindeki eksiklikleri belirleyerek yeni yöntemler geliştirilmesine fırsat vermektedir.
Sonuç olarak, bu araştırma hem teorik hem de uygulamalı düzeyde önemli katkılar sağlayarak matematik eğitimi alanında öğrencilerin açı kavramı özelinde kavramsal öğrenme süreçlerini daha iyi anlamaya yardımcı olduğu ve öğretim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sunduğu düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın katılımcıları 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Balıkesir'deki bir devlet okulunda okuyan 7 ve 8.sınıflardan oluşan 90 öğrenciyle sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Araştırmada kullanılan ölçme araçlarına öğrencilerin içten ve objektif cevap verdikleri varsayılmıştır.

Uygulama sırasında tüm öğrencilerin dış etkenlerden eşit miktarda etkilendikleri varsayılmıştır.

1.6 Tanımlar

Kavram Tanımı: "Tall ve Vinner (1981), bir kavramı anlatan sözcüklerin bir araya gelmesiyle oluşan yapıya 'kavram tanımı' adını verir. Vinner (1983) ise bu tanımı daha da detaylandırarak, iyi bir kavram tanımının, bir kavramı tam olarak yansıtan, doğru ve net bir şekilde ifade eden bir cümle olması gerektiğini vurgular."

Kavram İmajı: "Vinner (1983), bir kavramla ilgili zihnimizde oluşan tüm bilgilerin bir araya gelerek oluşturduğu yapıya 'kavram imajı' adını verir. Bu imaj, sadece kavramın tanımı değil, aynı zamanda o kavramla ilgili zihinsel işlemlerimizi, özelliklerini ve aklımıza gelen her şeyi kapsar."**Açı:** Aynı noktadan çıkan iki ışının birleşimiyle oluşan geometrik şekle açı denir. (MEB Ders Kitabı, 2017).

Şekilsel Kavram Teorisi: Geometrik akıl yürütme sürecinde, somut şekillerin görsel özellikleri (şekil, yer, büyüklük) ile soyut kavramsal özellikler (genellik, mükemmellik) bir arada zihinde temsil edilir. Bu birleşime Fischbein, 'şekilsel kavram' adını vermiştir." (Fischbein, 1993)

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Geometri, evreni anlamlandırmamıza, tanımlamamıza ve çevremizle etkileşim kurmamıza olanak tanıyan bir disiplindir. Matematik içinde muhtemelen en çok sezgiye dayanan ve en somut özelliklere sahip olup, gerçek dünya ile etkileşim kurmamıza da yardımcı olmaktadır (Güven ve Öztürk, 2014). Geometrinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, matematiğin diğer alanlarının kavranması açısından da önemli ve etkili sonuçlar doğurmaktadır (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2014); çünkü matematiğin farklı alanlarının öğreniminde geometri kullanılmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle geometri öğretimi okullarda önemli bir yer tutmaktadır. MEB (2018) tarafından yayımlanan matematik öğretim programında, geometri kazanımlarının tüm sınıf düzeylerinde yer aldığı da görülmektedir. Geometrinin bu denli önemli olmasından dolayı, geometri öğrenmenin önemi de tartışmasız büyüktür. Okullarda öğrencilerin muhakeme ve matematiksel düşünme süreçlerinin üzerinde durulması, öğrenmenin en üst düzeye çıkması açısından gereklidir (NTCM, 2012). Van de Walle ve diğerlerine (2014) göre, tüm bireylerde geometrik muhakeme süreçleri geliştirilebilmektedir. Bu çerçevede, okullarda geometrik muhakemenin gelişimini destekleyen çalışmalar yapılmakta ve bu süreç teşvik edilmektedir. Geometrik muhakemenin üst seviyelere ulaşması durumunda, geometri öğrenimi de daha kolay hale gelmektedir.

Geometri öğrenimini iyileştirmek için uygun öğrenme ortamlarının sağlanması gereklidir. Bu tür ortamları oluşturmak için, geometrik muhakemenin doğasını ve nasıl geliştirilebileceğini açıklayan yaklaşımların bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Güven ve Karpuz, 2016).

Bu yaklaşımların anlaşılması, geometrik muhakemeyi geliştirecek uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasını da kolaylaştırmaktadır.

2.1 Geometrik Muhakemeye İlişkin Teoriler

Geometrik muhakemenin doğası ve nasıl geliştirileceği konusunda literatürde birçok teori yer almaktadır. Bu teoriler arasında en bilinenlerden biri Van Hiele çiftinin geliştirdiği modeldir. Ayrıca, Duval'in Bilişsel Modeli ve Fischbein'in Figural Kavram Kuramı da öne çıkan diğer modeller arasındadır (Jones, 1998; Karpuz, Koparan ve Güven, 2014). Bu modellerden Van Hiele'nin (1986) modeli gelişimsel, Duval (1988) ve Fischbein'in (1993) modelleri ise bilişsel modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmanın kuramsal çerçevesinin tamamlanabilmesi için Van Hiele (1986), Duval (1988) ve Fischbein'in (1993) geliştirdikleri teoriler açıklanmaktadır.

2.1.1 Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi

Geometrik muhakemenin gelişimine yönelik modellerden biri Van Hiele düşünme düzeyleridir. Van Hiele düşünme düzeyleri olarak bilinen bu model, geometriyi öğrenme ve öğretme süreçlerinde kullanılan düşünme düzeylerine dayalı bir öğretim yaklaşımı sunmaktadır (Jones, 1998). Bu modele göre, öğrenciler geometriyi öğrenirken sırasıyla görsel, betimsel, basit çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme olarak adlandırılan düzeylerden geçmektedirler (Duatepe Paksu, 2016). Bu modelin en belirgin özelliği, uzamsal düşünceleri beş düzeyde hiyerarşik olarak ele almasıdır. Her bir düzey, geometri bağlamında düşünme süreçlerini açıklamaktadır. Bu beş düzey, sahip olduğumuz geometri bilgisinin miktarından ziyade, düşünebileceğimiz farklı geometrik fikirleri ve bu fikirler üzerinde nasıl düşündüğümüzü tanımlamaktadır. Bir düzey ile bir sonraki düzey arasındaki fark, geometrik olarak neleri düşünebildiğimizdir (Van de Walle vd., 2014). Aşağıda, Van Hiele modelinde belirtilen beş temel düzeyin kısa bir özeti sunulmuştur.

Düzey 0, geometrik şekillerin görsel olarak neye benzediğine odaklanmaktadır. Öğrenciler, bu düzeyde şekilleri genellikle görsel olarak tanır ve adlandırmaktadır (Van de Walle, 2014). Örneğin, bu düzeydeki bir öğrenci yuvarlak bir nesneyi çember olarak tanımlayabilmektedir, çünkü bu nesneyi çembere benzetir. Ancak, öğrenciler için şeklin özelliklerinden ziyade, sayfadaki konumu, büyüklüğü ve duruşu anlamlıdır (Duatepe Paksu, 2016). Bu seviyedeki bir öğrenciye bir şekil öğretildiğinde, daha sonra aynı şekli farklı bir açıdan veya farklı bir yönle gösterirseniz, tanıyabilmesi için şeklin aynı şekilde duruyor olması gerekecektir.

Düzey 1'deki öğrenciler, geometrik şekillerin belirli parçalarının olduğunu ve bu parçaların belli özellikler taşıdığını fark etmeye başlamaktadırlar. Bu aşamada öğrenciler için görüntüden çok, şeklin özellikleri ön plana çıkmaktadır (Duatepe Paksu, 2016). Örneğin, tüm kenarlarının eşit ve açılarının doksan derece olduğu bir karenin biraz eğik durmasına rağmen hala bir kare olduğunu anlayabilmektedirler.

Düzey 2'de öğrenciler, farklı şekil sınıfları arasındaki ilişkileri anlamaya başlamaktadırlar. Ayrıca, şekiller arasındaki hiyerarşiyi de kavramaktadırlar. Bu düzeyde, öğrenciler karenin özel bir dikdörtgen olduğunu fark ederken, her dikdörtgenin kare olmadığını da anlamaktadırlar (Duatepe Paksu, 2016).

Düzey 3'teki öğrenciler, geometrik özelliklerle ilgili soyut önermeleri anlayabilmektedirler. Sezgisel çıkarımlardan ziyade mantığa dayalı çıkarımlar yapma yetisine sahiptirler (Van de Walle vd., 2014). Bu öğrenciler, matematiksel bir sistem içinde muhakeme yapabilir ve ispat oluşturabilmektedirler. Aynı zamanda, geometriyle ilgili aksiyomları kavrayabilmektedirler (Duatepe Paksu, 2016). Van de Walle ve diğerlerine (2014) göre, bu düzey lise seviyesindeki geometri bilgisine karşılık gelmektedir.

Düzey 4'e ulaşan bireyler, matematiği bir bilim dalı olarak ele alır ve geometriyi matematikçi gibi inceleyebilmektedirler (Duatepe Paksu, 2016). Bu, Van Hiele modelinin en üst seviyesidir ve geometriyi derinlemesine çalışan kişilerin yer aldığı düzeydir. Bu aşamada, farklı geometrik sistemler ve aksiyomatik yapılar arasındaki benzerlikler ve farklılıklar anlaşılmaktadır. Özetle, bu düzey, üniversite seviyesinde geometri programlarına denk gelen, geometriye yoğunlaşan bireylerin bulunduğu aşamadır (Van de Walle vd., 2014).

2.1.2 Duval'in Bilişsel Yaklaşımı

Duval, geometrik muhakemeyi yöntemler ve algısal çözümler üzerinden incelemeye çalışmıştır (Jones, 1998). Duval'e göre, geometrik muhakemeyi içeren sistematik büyüme oranlarının her biri farklı özelliklere sahiptir ve geometri özellikleri, bu genişliklerin kırılmalarından doğmaktadır (Güven ve Karpuz, 2016). Duval (1998), geometrik muhakeme için üç ana sistematik yöntem belirlemiştir: görselleştirme, muhakeme ve oluşturma. Aşağıda bu parçaların bazılarının açıklamaları bulunmaktadır. Duval'in bilişsel süreçlerinden ilki olan görselleştirme, geometrik nesnelerin görsel bir forma dönüştürülmesi sürecini ifade etmektedir. Bu süreçte, matematiksel özellikler taşıyan geometrik şekiller ve cisimler görselleştirilmektedir. Ancak, yalnızca bu şekillerin görselleştirilmesi, geometrik ilişkilerin tam olarak anlaşılması için yeterli değildir. Bu nedenle, görselleştirme süreci ile algısal süreçlerin (şekle bakma süreci) birlikte işlemesi gerekmektedir (Duval, 1995). Duval'in bilişsel süreçlerinden ikincisi olan "oluşturma," geometrik şekillerin belirli araçlar (pergel, cetvel, dinamik geometri yazılımları vb.) yardımıyla sıralı bir şekilde inşa edilmesi sürecidir. Bu süreç, şeklin görselleştirilmesini de içerdiği için, geometrik şeklin matematiksel özelliklerinin gözlemlenmesi ve fark edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Tapan-Broutin, 2016). Duval'in bilişsel süreçlerinin son aşaması olan muhakeme, bilginin temsiline bağlı olarak, bireyin mevcut bilgisinin yeni bilgiyle değiştirilmesi sürecini içermektedir. Bu değişim, görsel temsiller aracılığıyla gerçekleşir ve her bir gösterim biçimi, farklı geometrik şekiller üzerinden muhakemeyi etkilemektedir (Duval, 1998). Geometri bağlamında, üç farklı görsel temsil türü bulunmaktadır: doğal (gündelik) dil, sembolik (matematiksel) dil ve şekillerdir (Mesquita, 1998). Temsil türüne göre muhakeme süreçleri "Doğal Muhakeme" ve "Teorik Muhakeme" olarak ikiye ayrılmıştır (Duval, 1998). Doğal muhakeme, matematiksel bilginin doğal dil ve şekillerle temsil edildiği süreçtir ve bu süreçteki çıkarımlar, matematiksel olarak (tanım, teorem ve aksiyomlar) gerekçelendirilmemektedir. Teorik muhakeme ise, bilginin sembolik dil yoluyla temsil edilip tümdengelimsel düşünme ile bireyin mevcut bilgisindeki değişiklikleri açıklamaya çalışan süreçtir. Bu süreçteki çıkarımlar, matematiksel olarak (tanım, teorem ve aksiyomlar) gerekçelendirilmektedir (Duval, 1998).

2.1.3 Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi

Bilişsel psikoloji alanında kavramlar ve imgeler, zihinsel temsillerin iki ayrı kategorisi olarak değerlendirilir. Kavramlar, nesneleri ortak özelliklerine göre sınıflandıran ve genel niteliklerini belirten sembolik yapılar olarak kabul edilirken; imgeler, bu kavramların uzunluk, şekil, boyut gibi görsel özelliklerini içeren duyusal temsillerdir (Fischbein, 1993). Kavramlar soyut ve genel bir anlam taşırken, imgeler somut ve belirgin bir görselliğe sahiptir.

Fischbein (1993), bu geleneksel kavramsal ve imgeler arasındaki ayrımın, geometrik şekiller söz konusu olduğunda tam anlamıyla geçerli olmadığını ileri sürmüştür. Geometrik şekillerin hem kavramsal hem de şekilsel özellikleri bir arada taşıdığını ve bu nedenle üçüncü bir kategori oluşturduğunu belirtmiştir. Örneğin, "üçgen" bir kavram olarak düşünülebilirken, zihinde canlanan üçgen görüntüsü onun imgesidir. Ancak çizilen herhangi bir üçgen, yalnızca bir şekil olmanın ötesinde, tüm üçgenlerin temel özelliklerini taşıyan soyut bir kavramı da temsil etmektedir. Bu, geometrik şekillerin salt bir kavram veya yalnızca bir imge olarak değerlendirilmesinin yetersiz olduğunu gösterir.

Matematiksel düşünme sürecinde, nokta, doğru, üçgen gibi varlıklar kusursuz ve ideal bir yapıya sahiptir. Gerçek dünyada mükemmel bir çember ya da kusursuz bir doğru bulmak mümkün değildir; ancak matematiksel analizlerde bu kavramlar ideal varlıklar olarak ele alınır. Matematikçilerin çizdiği bir üçgen, teorik olarak sonsuz sayıda üçgenin özelliklerini taşıyan genel bir temsildir. Geometrik şekillerin yalnızca kavramlar olarak ele

alınamayacağını gösteren bir diğer önemli özellik ise, bunların manipüle edilebilir olmasıdır. Örneğin, bir ev kavramı zihinde döndürülemez veya yansıtılamazken, bir üçgen veya kare zihinsel olarak döndürülebilir, çakıştırılabilir ve yeniden konumlandırılabilir.
Fischbein (1993), bu kavramsal ve şekilsel özellikleri eş zamanlı olarak taşıyan zihinsel varlıkları "Şekilsel Kavram" olarak tanımlamıştır. Bu kavramın geometrik düşünme sürecinde oynadığı rolü açıklamak için, ikizkenar üçgenin açı eşitliği ispatını örnek vermiştir. Bir ABC ikizkenar üçgeninde, B ve C açılarını eşit olduğunu göstermek için, üçgeni zihinsel olarak döndürüp, çakıştırabiliriz. Bu işlem, üçgenin kavramsal özelliklerini kullanarak, şekilsel dönüşüm ile desteklenmiş bir ispat süreci ortaya koyar (Fischbein, 1993).

Bu yaklaşımın önemli bir sonucu, matematiksel düşünmede şekilsel kavramların kritik bir rol oynadığıdır. Kavramların soyut yapılarıyla imgelerin somut doğası arasındaki köprüyü kurarak, matematiksel düşüncenin hem görsel hem de kavramsal yönlerini bütünleştirir. Fischbein (1993), şekilsel kavramların geometri öğretiminde ve problem çözmede temel bir unsur olduğunu ve bu olmadan kavramsal çıkarımların yeterince güçlü olamayacağını vurgulamaktadır. Bu çerçevede, geometrik şekiller yalnızca zihinsel imgeler değil, aynı zamanda matematiksel anlam taşıyan kavramlar olarak ele alınmalıdır.

2.2 Kavram Tanımı ve Kavram İmajı

Kavram tanımı ve kavram imajı terimleri ilk olarak eğitim alanındaki çalışmalarda Hershkowitz ve Vinner (1980) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Vinner ile Tall (1981) tarafından derinlemesine incelenmiştir (Bingölbali, 2016). Tall (1981) kavram tanımını, bir kavramı sözcüklerle açıklayan bir yapı olarak tanımlarken, Vinner (1983) ise bu tanımı daha da netleştirerek, kavramı doğru ve dolaylı yoldan ifade eden sözel bir açıklamadan ibaret olduğunu belirtmiştir. Kavram tanımları her zaman bilimsel ve formel olmak zorunda değildir. Günlük yaşam deneyimlerimiz ve zihnimizde canlandırdığımız görüntüler de kavramları tanımlamada kullanılabilmektedir. Zihnimizde canlanan bu görüntülere ise Vinner ve Hershkowitz (1980) tarafından "kavram imajı" adı verilmiştir.

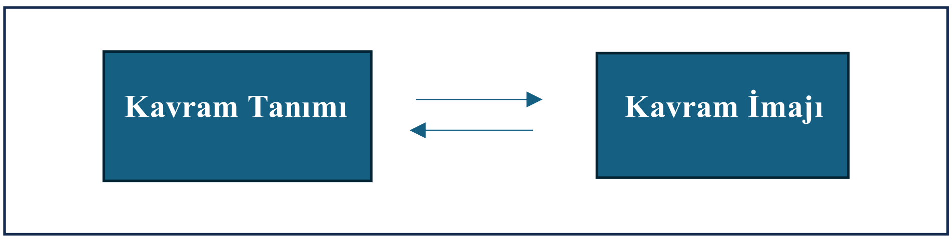
Vinner (1983), bireylerin zihninde bir kavramla ilgili oluşan tüm zihinsel yapıları "kavram imajı" olarak tanımlamaktadır. Bu imajlar, kavramın sözcüklerle ifade edilen tanımından farklılık gösterebilir ve hatta yanlış olabilmektedir. Vinner'e göre, bir kavramın sadece tek tip örnekle öğretilmesi, öğrencilerde yanlış kavram imajları oluşmasına neden olabilmektedir. Bu durum, kavramın zihindeki temsili olan imaj ile sözcüklerle ifade edilen tanımı arasında sürekli bir etkileşim olduğunu göstermektedir.

Vinner, bu etkileşimi modellemek için kavram ve imaj olmak üzere iki ayrı hücre olduğunu varsaymaktadır. Öğrenme sürecinde bu iki hücre arasındaki etkileşim iki farklı şekilde gerçekleşmektedir:

- **Durum 1:** Bireyin öğreneceği kavramla ilgili önceden bir zihinsel imajı yoktur. Bu durumda, öncelikle kavramın formal tanımı verilmektedir. Daha sonra birey, bu tanıma uygun bir zihinsel imaj oluşturmaya başlar ve kavram ile imaj arasında bir etkileşim süreci başlar.

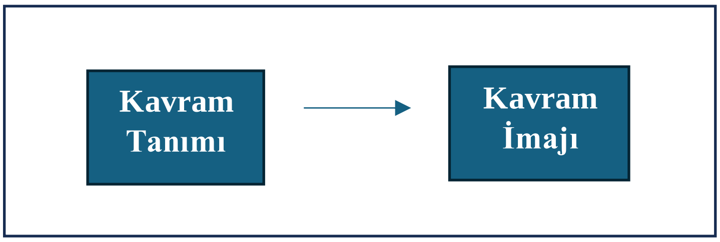
- **Durum 2:** Bireyin öğreneceği kavramla ilgili önceden bir zihinsel imajı vardır. Bu durumda, yeni öğrenilecek bilgi, bireyin mevcut imajıyla etkileşime girer. Bu etkileşim sonucunda, bireyin zihinsel imajı değişebilmekte veya güçlenebilmektedir.

Özetle Vinner'e göre, öğrenme sürecinde kavram ve kavram imajı arasında sürekli bir etkileşim vardır. Bu etkileşim, bireyin öğrenme deneyimleri ve mevcut bilgileriyle şekillenmektedir. Yanlış kavram imajlarının oluşmasının önlenmesi için, öğretim sürecinde kavramların farklı örneklerle ve çeşitli yönleriyle ele alınması önemlidir.



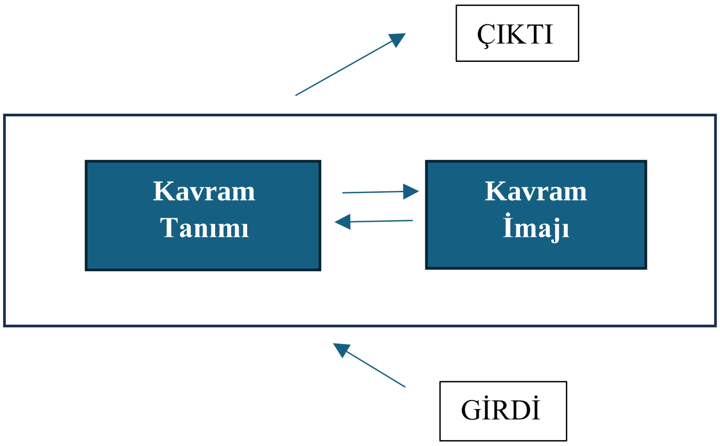
Şekil 2.1: Kavram tanımı ve kavram imajı etkileşimi (Vinner, 1983)

Vinner (1983), Şekil 2.1'deki gibi kavram tanımı ve kavram imajı arasında karşılıklı bir etkileşim olduğunu, yani bu iki unsurun birbirini etkileyerek geliştiğini savunmaktadır. Ancak bazı öğretmenler ise farklı bir görüşe sahiptir. Bu öğretmenlere göre, kavram imajı, kavram tanımı sonucu oluşmaktadır ve bu etkileşim tek yönlüdür. Yani, kavram tanımı imajı etkiler ancak imaj tanım üzerinde bir etki yaratmaz. Bu durum, Vinner'ın modellediği çift yönlü ilişkinin aksine, daha basit ve doğrusal bir ilişkiyi ifade eder. Vinner (1983), bu farklı görüşleri Şekil 2.2'de görselleştirerek karşılaştırmıştır.



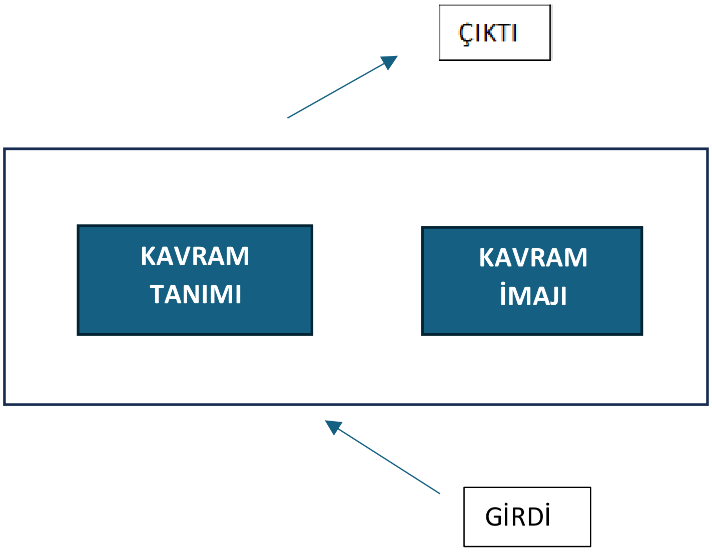
Şekil 2.2: Tanım ve imaj arasındaki tek yönlü ilişki

Vinner (1983), kavramın sözcüklerle ifade edilişi (tanım) ile zihinde canlandırılan görüntüsü (imaj) arasındaki bağlantıyı Şekil 2.3'teki modelle açıklamıştır.



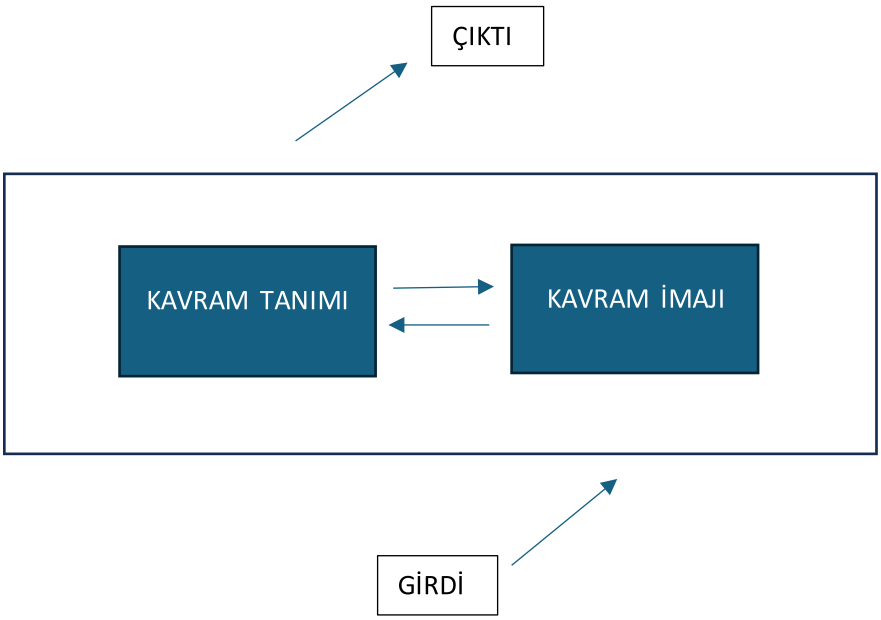
Şekil 2.3: Tanım ve imaj arasındaki olması gereken ilişki (Vinner,1983)

Vinner'e göre, öğrenciler bir görevi yaparken önce kavramın tanımını hatırlamaktadır. Bu tanım, zihinlerindeki ilgili görüntülerle birleşerek görevi çözmelerine yardımcı olmaktadır. Ancak bu süreç her zaman böyle işlemeyebilmektedir. Vinner, farklı öğrenme durumlarını modelleyerek bu durumu daha detaylı açıklamıştır.



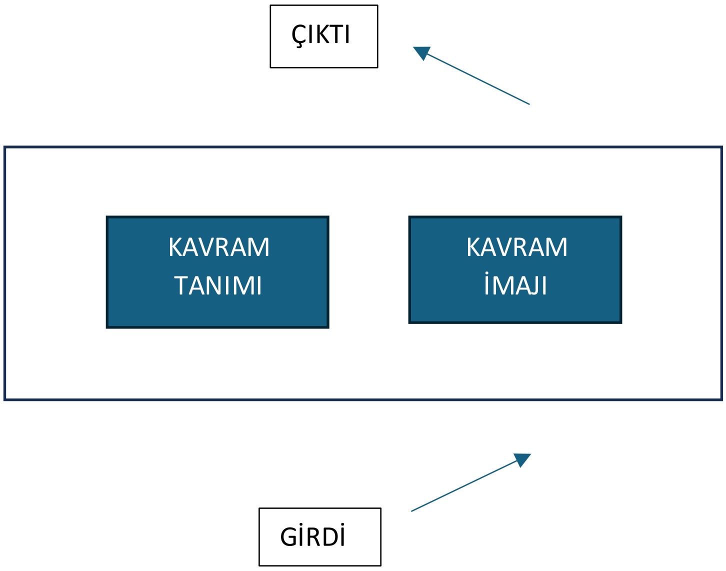
Şekil 2.4: Tamamen formal çıkarım (Vinner, 1983)

Bireyin bir bilişsel göreve verdiği cevap, kavram imajından bağımsız olarak sadece formel mantık kurallarına dayanıyorsa, bu durum formal çıkarım olarak adlandırılmış ve Vinner (1983) tarafından Şekil 2.4'teki gibi modellenmiştir.



Şekil 2.5: Kavram imajının baskın olduğu durum (Vinner, 1983)

Öğrenciler, bilişsel bir görevle karşılaştıklarında, genellikle kavram imajlarına dayalı sezgisel bir yaklaşım sergileyerek önce zihinlerinde canlandırdıkları bir görüntüye başvurmakta, daha sonra da kavramın formal tanımını kullanmaya çalışmaktadırlar. Bu durum, Vinner (1983) tarafından Şekil 2.5'te modellenmiştir.



Şekil 2.6: Kavram imajının etkin olduğu süreç (Vinner, 1983)

Bireylere verilen bilişsel görevlerde, öncelikle kavramın formal tanımının kullanılması ve ardından kavram imajı ile bir etkileşim beklenmektedir. Ancak, Vinner (1983) tarafından yapılan çalışmalarda, bireylerin bazen sadece sezgisel bir yaklaşımla kavram imajlarına dayanarak cevap verdikleri ve bu durumun kavram imajının etkinliğini artırdığı belirtilmiştir. Bu durum, Şekil 2.6'da görselleştirilmiştir.

2.3 Açı Kavramı

Açı kavramı, Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2013, 2018), ilk kez 3. sınıfta temel geometri kavramları altında ele alınmıştır. 2018 programında, bazı kazanımların sınıf seviyeleri değişmiş, örneğin 2013'te 6. sınıfta olan "Bir doğrunun üzerindeki veya dışındaki bir noktadan doğruya dikme çizer." kazanımı 5. sınıfa alınmıştır. İlk kez 2018 programında öğrencilerden nokta, doğru, doğru parçası ve ışın kavramlarını tanımlamaları ve açıya günlük hayattan örnekler vermeleri istenmiştir. 4. sınıfta, açıyı oluşturan ışınlar ve köşe kavramı, açının sembolle gösterimi ve isimlendirilmesi gibi temel bilgiler verilmiştir. Ayrıca açının ölçüsü, sınıflandırılması ve bir ışının başlangıç noktası etrafında döndürülmesiyle oluştuğu gibi kazanımlara da yer verilmiştir. Aynı ölçüdeki açıların farklı görünümlerinin ölçüyü etkilemediği belirtilmiştir. 5. sınıfta, geometri ve ölçme alanında dar, dik ve geniş açıların oluşturulması ve belirlenmesi gibi uygulamalara odaklanılmış, ayrıca bir doğruya noktadan dikme çizme çalışmaları yapılmıştır. 6. sınıfta ise açının tanımlanması, sembolle gösterilmesi, bir açıya eş bir açı çizilmesi ve komşu, tümler, bütünler ve ters açıların keşfedilmesi gibi kazanımlar yer almıştır.

Program, açının iki farklı tanımını içermektedir: "Bir ışının başlangıç noktası etrafında döndürülmesi ile oluşan yönlü açı" ve "Başlangıç noktaları aynı olan iki ışının oluşturduğu statik açı" (Ertekin, 2015). Açının ölçüsü, ışınlardan birinin diğerinin üzerine gelene kadar yaptığı dönüş hareketinin büyüklüğü olarak ele alınmış ve bu ölçüm için gönye ve iletki gibi araçların kullanımı önerilmiştir (Kabaca, 2015).

Bireyler, yaşadıkları çevreyle etkileşime girdikleri andan itibaren ve eğitim-öğretim süreçleri boyunca pek çok kavramı öğrenmek durumunda kalmaktadır. Ayyıldız ve Altun (2013)'e göre, bu kavramların doğru bir şekilde öğrenilmemesi durumunda bilgi temelleri sağlam bir şekilde oluşturulamamakta ve olaylar arasındaki ilişkiler kurulamamaktadır. Bu nedenle bireyler, zihinlerinde oluşan çıkarımlar ve deneyimleri sonucunda bazen gerçeklerle örtüşmeyen kavramlar geliştirebilmektedir (Büyükkasap ve Samancı, 1998; Aktaran: Taşpınar, 2019). Bu bağlamda, olaylar arasındaki ilişkilerin yanlış bir şekilde kurulması sonucunda kavram yanılgıları ve öğrenme güçlükleri ortaya çıkmaktadır. Mumcu (2015), kavram yanılgısını bireyin bilimsel gerçeklerle uyuşmayan, kendine özgü anlamlandırma ve yorumlamaları olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, Osoje (2015) kavram yanılgısını, bireyin yanlış anlamalardan ve bu yanlış anlamalara dayalı hatalı yorumlamalardan kaynaklanan düşünce yapıları olarak açıklamaktadır.

Bu çalışmada öğrencilerin kavram imajlarını belirlemek temel amaçlardan biri olduğu için, açı kavramına ilişkin yanılgıların ve öğrenme güçlüklerinin incelenmesi önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Kavram yanılgıları ve öğrenme güçlükleri, öğrencilerin açı kavramını nasıl anladıklarını, bu kavrama dair sahip oldukları zihinsel imgelerin ne ölçüde doğru ve tutarlı olduğunu belirlemek açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle açılar konusundaki kavram yanılgıları ve öğrenme güçlüklerine ilişkin çalışmalar da literatürde ele alınmıştır.

2.4 Açılar Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Öğrenme Güçlükleri

Açı kavramı, öğrenciler arasında bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgılarının en sık görüldüğü konulardan biridir (Keiser, 2004) ve soyut yapısı nedeniyle kavramsallaştırılması oldukça zordur (Tanguay ve Venant, 2016). Bu durum, geometrinin diğer konularında da zorluklara yol açmaktadır (Moore, 2013). Literatürde karşılaşılan açı kavramı ile ilgili kavram yanılgılarına Tablo 2.1 de yer verilmiştir.

Açı kavramıyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar, öğrencilerin yaşadığı güçlükler ve yanılgılar değerlendirmiştir. Bu çalışmalar, özellikle “açının tanımı ve çeşitleri,” “açının çizimi,” “açının sembolle gösterimi,” “açının ölçüsü,” “komşu, tümler, bütünler ve ters açılar” ile “bir doğruya üzerindeki veya dışındaki bir noktadan dikme çizme” gibi başlıklar altında ele alınmıştır.

Tablo 2.1: Açılarla ilgili kavram yanılgıları

Karşılaşılan hatalar	**Araştırmacılar**
Açı çeşitleri ve tanımı ile ilgili:	
Sözel olarak ifade edememe, tanımlamada güçlük,	Baldy ve diğerleri (2005),
Açıyı tanımlarken ölçüye vurgu,	Çetin & Dane (2004),
Açının çeşitlerini öne çıkarma,	Dane & Başkurt (2011),
Doğru açının fark edilmemesi.	Keiser (2004).
Açının ölçüsü ile ilgili:	
Duruşu farklı olan eş açıların farklı açılar olduğu,	Mitchelmore (2000),
Taranan bölgenin büyüklüğüne göre ölçünün değiştiği,	Bütüner & Filiz (2016).
Komşu, tümler, bütünler ve ters açılar:	
Tanımlama güçlük,	Erbay (2016),
Tümler açıyı 90, bütünler açıyı 180 derece olarak alma,	
Şekil üzerinde tespit edememe.	Taylan & Aydın (2018).
Açının çizimi:	
Geometrik bir şeklin veya nesnenin köşesini göstererek ifade etme.	Doyuran (2014).

Literatürde, öğrencilerin açı kavramını anlamakta yaşadığı zorlukların en önemli nedenlerinden birinin, bu kavrama ilişkin farklı tanımların varlığı olduğu belirtilmektedir (Bütüner and Filiz, 2016; Henderson and Taimina, 2005; Keiser, 2004). Matematiksel tanımlar, kavramların oluşmasında ve diğer kavramlardan ayırt edilmesinde temel bir rol oynamaktadır (Çakıroğlu, 2013). Çakıroğlu’na (2013) göre, tanımlar net ve kesin bir yapıya sahip olsa da tanım olma ölçütlerini taşımayan ifadeler kavram karışıklığına yol açmakta ve matematiksel iletişimi olumsuz etkilemektedir.

Keiser’e (2004) göre, bazı kavramların matematikte veya diğer bilimlerde farklı bağlamlarda kullanılması, vurgularının değişmesine ve zaman içinde tanımlarının anlamlarının farklılaşmasına neden olmaktadır. Yüzyıllar boyunca farklı şekillerde tanımlanan açı kavramı da buna örnek teşkil eder ve günümüzde matematiksel durumlara bağlı olarak farklı anlamlar kazanabilmektedir. Şekil olarak basit algılanmasına rağmen, açı kavramı çok yönlü ve birden fazla bileşene sahip olması nedeniyle tarihsel süreçte farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ayrıca, bu tanımların vurgularında önemli farklılıklar görülebilmektedir.

Öğrencilerin öğrenme sürecinde yaşadığı zorluklar, kavramın doğal yapısı (epistemolojik engel), öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyi ve kavrama becerisi gibi kişisel etkenler (genetik ve psikolojik engeller) ile öğretim yöntemleri veya kaynaklardaki içeriklerin ele alınış biçimi (pedagojik engeller) gibi nedenlere dayandırılmaktadır (Cornu, 1991). Açı kavramı özelinde, bu zorluklar tarihsel tartışmalardan, öğrencilerin ön bilgi eksikliklerinden (Dane and Başkurt, 2011; Mitchelmore, 1998), öğretim yöntemlerinden (Devichi and Munier, 2013) ve kavramın soyut yapısından (Keiser, 2004) kaynaklanabilmektedir.

2.5 İlgili Çalışmalar

Çalışmanın bu bölümünde, kavram oluşumu, şekilsel kavram teorisi ve araştırmada kullanılan kavramlarla ilgili literatürdeki araştırmalar özetlenmiştir.

Matematiksel kavramların nasıl oluştuğu, hem matematiğin kendisi için temel bir konu, hem de matematik eğitiminde çözülmesi gereken en önemli sorunlardan biridir. 20. yüzyılın başlarından itibaren, matematiksel kavramların nasıl öğrenildiği ve öğretildiği, ayrıca öğrencilerin bu kavramları zihinlerinde nasıl yapılandırdıkları üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar, bireylerin öğrenme ve öğretme süreçleri esnasında matematiksel kavramları nasıl inşa ettiklerine odaklanmıştır (Hershkowitz, 1990; Tall ve Vinner, 1981; Vinner ve Hershkowitz, 1980; Vinner, 1991).
Geometri alanına odaklanıldığında, şekillerin ve kavramların karşılıklı etkileşimini ele alan şekilsel kavram fikrine ilk olarak Fischbein'in 1993'teki çalışmasında rastlanmıştır. Literatürde şekilsel kavram teorisi üzerine çeşitli araştırmaların bulunduğu görülmektedir

2.5.1 Yurt İçi Çalışmalar

Ubuz'un (1999) çalışması, onuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki öğrenme düzeylerini, kavram yanılgılarını ve hata türlerini incelemeyi amaçlamış ve ayrıca cinsiyet faktörünü de değerlendirmiştir. Araştırmada, 67 öğrenciye 11 açık uçlu sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin yaptığı hataları üç temel kategoriye ayırmıştır: şekli inceleyerek gerçekte olmayan bilgileri varmış gibi kabul etmek, verilen bilgiler yerine şekle odaklanmak ya da benzer şekillerde aynı özelliklerin bulunacağını varsaymak ve üçgenlerde iç ve dış açılar ile bunların özelliklerine ilişkin bilgi eksikliği yaşamak. Çalışma, ayrıca kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha başarılı olduğunu ve öğrenim seviyesi yükseldikçe doğru cevap verme oranının arttığını ortaya koymuştur.

Üstün ve Ubuz'un (2004) çalışması, çokgen, kare, dikdörtgen ve paralelkenar gibi geometrik kavramların tanımlanması ve ayırt edilmesi süreçlerinde şekilsel ve kavramsal unsurlar arasındaki etkileşimi incelemeyi ve bu unsurlar arasındaki farklılıkları ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda, araştırmaya başarı düzeyleri düşük, orta ve yüksek olan üç farklı 8. sınıf öğrenci grubu dahil edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, prototip şekillerin kullanımı, kavramlara farklı adlar verilmesi ve temel olmayan özelliklerin geometrik akıl yürütme sürecinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Ayrıca, geometrik kavramların çoğunlukla şekiller üzerinden öğrenildiği, tanımların kavramlara belirli sınırlar getirmesine rağmen, öğrenme sürecinde şekillerin daha baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan öğrenci görüşmeleri sonucunda, öğrencilerin bir kavramı tanımlarken genellikle prototip şekilleri kullandıkları, ancak bu şekilleri kavramın özel bir durumu olarak görmedikleri ve temel olmayan bir özelliğin kavramla ilgili örnekleri belirleme sürecinde zorluk yarattığı tespit edilmiştir.

Gülkılık'ın (2008) tez çalışması, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının belirli geometrik kavramlara ilişkin sahip oldukları kavram imajlarını belirlemeyi ve bu imajlardaki gelişimi incelemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, beş öğretmen adayına eğitim verilmiş ve bu eğitimlerin etkileri, görüşmeler, sınıf içi gözlemler ve yazılı dokümanlar aracılığıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Tall ve Vinner'ın (1981) ortaya koyduğu kavram imajı ve kavram tanımı çerçevesinde analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının geometrik kavramları içeren bir problemle karşılaştıklarında; edindikleri yeni kavram imajlarını kullanmaya yöneldikleri, ancak bu yeni imajlarla başarılı olamadıklarında eski kavram imajlarına başvurdukları ve problem çözme sürecinde her iki kavram imajını da eş zamanlı olarak kullanma eğiliminde oldukları gözlemlenmiştir. Yapılan eğitimler sonucunda, başlangıçta uygun kavram imajına sahip olmayan öğretmen adaylarının zamanla uygun kavram imajları geliştirdikleri belirlenmiştir.

Yenilmez ve Yaşa (2008) çalışmasında, 6. sınıf öğrencilerinin doğru, doğru parçası ve ışın kavramlarındaki yanlış anlamalarını ve bu yanılgıların cinsiyet, matematik notu, geometri ilgisi, kitap okuma sıklığı, ek kaynak kullanımı ve Türkçe notu gibi faktörlerle olan ilişkisini incelemişlerdir. Araştırmada 103 öğrenciye, bu kavramlarla ilgili 10 soruluk bir test ve matematik kaygı ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, cinsiyet ve kitap okuma sıklığının kavram yanılgılarıyla ilişkili olmadığını, ancak diğer faktörlerin anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yüksek kaygıya sahip öğrencilerin daha fazla yanılgı yaptığı ve öğrencilerin bu yanılgıları kabul etmek ve düzeltmekte zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin hatalarını fark edebileceği öğrenme ortamlarının oluşturulmasının, konuların farklı açılardan ele alınmasının ve öğrencilerin kavramları kendi ifadeleriyle açıklayarak hatalarını belirlemelerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Öksüz'ün (2010) gerçekleştirdiği çalışmada, üstün yetenekli öğrencilerin nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve düzlem kavramlarına ilişkin sahip oldukları kavram yanılgıları ile bu kavramları öğrenme sürecinde karşılaştıkları zorluklar belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmaya, üstün yetenekli öğrencilere yönelik bir programa katılan 28 yedinci sınıf öğrencisi dahil edilmiş ve Kiriş, Öksüz ve Türkoğlu (2008) tarafından geliştirilen hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu sorular içeren iki aşamalı, 15 maddelik bir teşhis testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin bu kavramlarla ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermiştir. Bu yanılgılar: günlük yaşam ile geometrik kavramlar arasında ilişki kuramama, karmaşık problemlerle karşılaştıklarında temel geometrik kavramları uygulayamama, görsel, sembolik veya tanımsal farklı sunum biçimlerinde kavramları anlamada güçlük çekme, tanımsız geometrik kavramları somutlaştırmada zorluk yaşama ve birden fazla kavramın birlikte ele alındığı durumlarda temel prensipleri unutma şeklinde beş ana kategoride toplanmıştır.

Dane ve Başkurt'un (2011) çalışmasında, ilköğretim matematik programı kapsamında 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin doğru parçası, doğrusallık, ışın ve açı kavramlarını nasıl anladıklarını, kavrama düzeylerini ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış dört açık uçlu sorudan oluşan bir Görüşme Protokolü geliştirilmiştir. Araştırma, sekiz farklı ilköğretim okulundan toplam 461 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda dört farklı algı düzeyine (0, 1, 2 ve 3) ayrılarak sınıflandırılmıştır. Her bir algı düzeyi, bir tema olarak ele alınmış ve öğrencilerin yanıtlarına göre alt temalar oluşturulmuştur. Veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin doğru parçası, doğrusallık, ışın ve açı kavramlarını anlamakta zorlandıklarını ve bu konularda yaygın kavram yanılgılarına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin kavrama düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Başkurt ve Dane, kavramların etkili bir şekilde öğretilmesinin ve öğrenilmesinin yanı sıra, bu kavramları anlamak için gerekli ön bilgi eksikliklerinin giderilmesinin bireylerin matematik başarısını artırmada önemli bir rol oynadığını vurgulamışlardır.

Yılmaz’ın (2011) yüksek lisans tezinde, 7. sınıf öğrencilerinin "Doğrular ve Açılar" konusundaki kavram yanılgılarını ve yaptıkları hataları belirlemek, ayrıca bu hataların öğrencilerin van Hiele geometri anlama düzeyleriyle ilişkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, araştırmada öğrencilere, araştırmacı tarafından geliştirilen 15 açık uçlu sorudan oluşan bir test ile Usiskin’in (1982) hazırladığı ve Baki tarafından Türkçeye uyarlanan 25 soruluk van Hiele Geometri Anlama Düzeyleri sınavı uygulanmıştır. Üç farklı okuldan toplam 60 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada, van Hiele’nin 1. ve 2. seviyesinde yer alan öğrencilerin diğer seviyelere göre daha az kavram yanılgısına ve hata yapma eğilimine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin geometrik kavram tanımlarında eksiklikler bulunduğu, sembollerle gösterim yapmada zorlandıkları ve alışık olmadıkları soru türleriyle karşılaştıklarında güçlük çektikleri belirlenmiştir. Yılmaz, öğrencilerin seviyelerine uygun öğretim stratejileri ile etkinlikler hazırlanmasının ve daha kapsamlı araştırmalar yapılmasının gerekliliğini vurgulamıştır.

Biber, Tuna ve Korkmaz (2013) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, 8. sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki öğrenme seviyeleri, yaptıkları hatalar, sahip oldukları kavram yanılgıları ve bu durumların altında yatan nedenleri belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 8. sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilere dört adet açık uçlu soru yöneltilmiştir. Elde edilen cevaplar doğru ve yanlış olmak üzere iki ana gruba ayrıldıktan sonra, yanlış cevaplar kendi içinde alt kategorilere ayrılarak tablolaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre öğrenciler şu konularda zorluklar yaşamaktadır: (1) geometrik şekillerin özelliklerini göz önünde bulundurmadan yalnızca dış görünüşlerine odaklanmaktadırlar; (2) şekillerin bazı geometrik özelliklerini belirleyebilseler bile, bu özellikleri çözüm için gerekli olan diğer özelliklerle ilişkilendirmekte yetersiz kalmaktadırlar; (3) belirli bir durum için geçerli olan bir özelliği farklı durumlar için de genel bir kuralmış gibi uygulamaktadırlar; (4) ve açılarla ilgili paralellik kavramını tam olarak anlamlandıramamışlardır.

Karpuz, Koparan ve Güven (2014) tarafından yapılan bir çalışma, öğrencilerin geometrik şekil ve kavram bilgilerini nasıl kullandıklarını incelemiştir. Araştırmaya 9. ve 11. sınıf öğrencilerinden 120 kişi katılmıştır. Öğrencilerin şekil ve kavram arasındaki ilişkiyi anlamalarını ölçmek için iki farklı test kullanılmıştır. İlk testte kavram ve şekil birlikte verilirken, ikinci testte sadece kavram verilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin şekil içeren sorularda daha başarılı olduklarını, şekilsiz sorularda ise zorlandıklarını göstermiştir. Araştırmacılar, bu zorlukları kavramı temsil eden şeklin yanlış çizilmesi, çizilen şeklin geometrik ilişkinin genel geçerliliğini sağlamaması ve prototip şekillerin etkisinde kalınması olarak açıklamışlardır. Öğrencilerin şekil bilgisi daha iyi olsa da, kavram bilgisindeki eksiklikler problem çözme sürecinde hatalara yol açmıştır. Kavramsal bilgi yetersizliği, geometrik düşünme sürecinde kavram ve şekil arasındaki ilişkinin sadece şekil üzerinden kurulmasına neden olarak yanlış sonuçlara yol açmıştır. Araştırmacılar, bu ilişkilerin genel geçerliliğinin sağlanması ve öğrencilerin bu genel geçerliliği keşfetmelerine yardımcı olacak öğretim ortamlarının oluşturulmasının önemini vurgulamışlardır.

Özdemir, Erdoğan ve Dur (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, son sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dörtgenleri nasıl sınıflandırdıkları, dörtgenlerle ilgili düşüncelerini nasıl ifade ettikleri ve bu ikisi arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmaya 57 öğretmen adayı katılmış ve onlara dörtgen ailesini belirleme, dörtgenler arasındaki ilişkileri açıklama ve sınıflandırma gibi 13 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının dörtgen bilgilerinin ilkokul ve ortaokul seviyesinde olduğunu, dörtgenlerle ilgili düşüncelerinde temel şekillerin etkili olduğunu ve tanımlama yaparken dörtgenlerin hiyerarşisini kullanmadıklarını göstermiştir. Öğretmen adayları dörtgenlerin tanımını yapabilseler de, temel şekillerin düşüncelerini etkilemesi önemli bir bulgu olarak ortaya çıkmıştır.

Doyuran (2014) tarafından yapılan bir yüksek lisans tez çalışması, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin temel geometri kavramları olan nokta, doğru, doğru parçası, ışın, düzlem ve açı konularında yaşadıkları zorlukları ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya 335 ortaokul öğrencisi katılmış ve öğrencilere araştırmacı tarafından geliştirilen bir anket uygulanmıştır. Anket sonuçlarına göre kavram yanılgısı olduğu düşünülen 20 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin temel geometrik kavramlarla ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüş ve bu yanılgılar detaylı bir şekilde incelenerek ilgili literatürdeki bulgularla karşılaştırılmıştır.

2.5.2 Yurt Dışı Çalışmalar

Mariotti (1992), geometrik akıl yürütme sürecinde şekilsel ve kavramsal bileşenlerin nasıl etkileşime girdiğini incelemiştir. Farklı yaş gruplarından öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerde, öğrencilerin geometrik şekiller ve kavramlar arasındaki ilişkiyi nasıl kurduğu ve yaş faktörünün bu etkileşimdeki rolü araştırılmıştır. Çalışmada, öğrencilerin katlanmış ve açık çok yüzlü geometrik şekillerle etkileşimleri incelenmiştir. İlk aşamada, öğrencilerin "sayma problemi" etkinliğiyle nesnelerle tanışmaları sağlanmış, ardından geometrik cisimlerin köşe, kenar ve yüzey sayıları hakkında tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin yalnızca zihinsel imgeler kullanarak yaptıkları tahminlerde hata oranının yüksek olduğunu, ancak kavramsal bilgileriyle bu imgeleri değerlendirdiklerinde daha doğru sonuçlara ulaştıklarını göstermiştir. Bu bulgular, kavramsal ve şekilsel bilgilerin güçlü bir etkileşim içinde olmasının geometrik akıl yürütmeyi desteklediğini ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerden üç boyutlu cisimleri zihinsel olarak oluşturma becerileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, katı cisimlerin katlanması ve açılması sürecinde şekilsel bilgilerin önemli olduğunu, ancak bu şekillerin bir katı cisim oluşturup oluşturmadığının belirlenmesinde kavramsal bilginin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Fischbein'in şekilsel kavram teorisi bağlamında, şekil ve kavram arasındaki güçlü etkileşimin öğrencilerin doğru sonuca ulaşmasında belirleyici olduğu bulunmuştur. Genel olarak, çalışma, geometrik akıl yürütmenin başarısının, şekilsel ve kavramsal düşünme arasındaki etkileşime dayandığını ortaya koymuştur.

Mariotti (1995), geometrik akıl yürütmeyi, kavramsal ve şekilsel bileşenlerin karşılıklı etkileşim içinde olduğu bir süreç olarak ele almıştır. Deneysel yöntem kullanılan araştırmada, klinik görüşmeler ve sınıf etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin akıl yürütme süreçleri detaylı olarak gözlemlenmiştir. Veriler, öğrencilerin katı cisimlerin köşe, kenar ve yüzey sayılarını belirlemeleri ve bu cisimlerin açılımını zihinsel olarak oluşturmaları gibi görevler üzerinden toplanmıştır. Araştırma farklı yaş gruplarından ve sosyokültürel geçmişlerden gelen öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Bulgular, öğrencilerin geometrik akıl yürütme sürecinde kavram ve şekil arasında sürekli bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Özellikle, hatalı kararların genellikle öğrencilerin zihinsel imgelerinde baskın olan prototip şekillere dayanmalarından kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin zihinsel temsillerinin, eğitim sürecinde sunulan tipik örnekler tarafından şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Mariotti ve Fischbein (1997), geometri eğitiminde önemli bir zorluk olan tanım oluşturma sürecini ele almışlardır. Fischbein'in şekilsel kavram teorisi çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmada, tanımlama problemi hem genel geometrik akıl yürütme süreci içinde hem de eğitimsel bir mesele olarak incelenmiştir. Üç farklı 6. sınıf grubunun katılımıyla üç yıl süren bu araştırmada, sınıf içi tartışmaların şekilsel ve kavramsal bileşenlerin etkileşimini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Öğrencilerin, tanım yaparken yalnızca şekilsel özelliklere odaklandıkları ve kavramsal bileşenleri göz ardı ettikleri gözlemlenmiştir. Şekilsel kavram teorisine göre, başarılı bir tanım oluşturma süreci, şekilsel ve kavramsal unsurların dengeli bir şekilde ele alınmasını gerektirmektedir. Araştırmada, öğretmenlerin tartışma ortamları yaratarak öğrencileri farklı fikirler üzerinde düşünmeye teşvik etmelerinin, tanımlama sürecini destekleyici bir rol oynadığı bulunmuştur. Ayrıca, öğretim sürecinde problematik durumların ortaya konmasının, öğrencilerin teorik ve deneysel bilgileri birleştirmesine yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fischbein ve Nachlieli (1998), geometrik şekillerin şekilsel ve kavramsal özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, lise öğrencileriyle çalışmışlardır. Araştırmada, şekilsel ve kavramsal özellikler arasındaki etkileşim; yaş, matematik becerileri, şekillerin benzerlik ve farklılıkları gibi görsel faktörler ve Gestalt prensipleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin, tanımlara dayanarak şekilleri sınıflandırmada zorlandıkları ve örneklerin tanımları kontrol etme sürecinde tereddüt yaşadıkları görülmüştür. Özellikle, öğrencilerin üçgenin yüksekliğini doğru tanımlamakta zorlandıkları ve yüksekliğin üçgenin dışında kaldığı durumlarda hatalar yaptıkları tespit edilmiştir. Prototipik üçgenlerin öğretimde baskın olarak kullanılması, öğrencilerin bu kavramları genelleştirmekte güçlük çekmesine neden olmuştur. Sonuçlar, öğrencilerin aynı tanıma bağlı olarak farklı şekilleri yorumlamalarında yaş faktörünün etkili olmadığını, ancak matematiksel yeteneklerin bu süreç üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Mitchelmore ve White (2000), öğrencilerin açı kavramını anlamadaki zorluklarını analiz ederek, açının kavramsal gelişimine dair üç aşamalı bir soyutlama modeli geliştirmiştir: (1) yerleşik açı kavramı, (2) bağlamsal açı kavramları ve (3) soyut açı kavramı. Çalışmada, farklı yaş gruplarından öğrencilerle yapılan deneyler, açının her iki kolunun da görülebildiği durumlarda öğrencilerin daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, üst sınıf öğrencilerinin bile bazı açısal dönüş veya eğim durumlarını temsil etmekte zorlandıkları belirlenmiştir.

Hill (2004), öğrencilerin açı kavramını nasıl geliştirdiğini anlamak amacıyla, teknoloji destekli ve gerçek dünya bağlantıları içeren bir öğretim yöntemi kullanmıştır. Bulgular, öğrencilerin farklı uzunluk ve konumlarda verilen gerçek dünya açılarıyla çalışarak, açıyı daha iyi kavradıklarını ve yaygın kavram yanılgılarından kaçındıklarını göstermektedir. Araştırma, kapsam odaklı öğretimin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinde ilerleme kaydetmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Keiser (2004), matematikçilerin açı kavramını geliştirme sürecinde yaşadıkları zorluklarla öğrencilerin benzer kavramları öğrenirken karşılaştıkları sorunları karşılaştırmıştır. Araştırmada, açının büyüklüğünün nasıl ölçüldüğü, eğri açıların olup olamayacağı ve belirli açısal değerlerin nasıl anlaşıldığı gibi konular ele alınmıştır. Sonuçlar, öğrencilere açı kavramının tarihsel gelişimini öğretmenin, bu kavramı daha anlamlı hale getirebileceğini göstermektedir.

Mariotti ve Antonini (2009), öğrencilerin dolaylı argümanlarını inceleyerek, şekillerin ispat sürecindeki rolünü değerlendirmiştir. Çalışma, öğrencilerin başlangıçta şekillere dayanarak yanılgıya düştüğünü, ancak teorik kontrol gerçekleştirdiklerinde doğru sonuca ulaştıklarını göstermektedir. Bu süreçte, şekil ve kavram arasındaki etkileşim öğrencilerin düşünme süreçlerini derinleştirmiştir.
Devichi ve Munier (2013), öğrencilerin açı kavramını oluştururken yaşadıkları zorlukları belirlemek ve somut öğretim yöntemlerini değerlendirmek amacıyla araştırma yapmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin dinamik modellerle çalıştıklarında kavramsal gelişimlerinin daha hızlı ilerlediğini ve öğrenme sürecinde açı büyüklüğünü değiştirme becerilerinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Matematiksel kavramların öğrenilmesi ve öğretimi üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin kavramsal bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına, kavram yanılgılarının oluşum süreçlerine ve geometrik düşünme becerilerinin gelişimine odaklanmaktadır. Özellikle Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde yapılan çalışmalar, bireylerin matematiksel kavramları hem şekilsel hem de kavramsal yönleriyle ele aldığını göstermektedir. Literatürde, öğrencilerin şekil ve kavram ilişkisini nasıl kurdukları (Karpuz, Koparan ve Güven, 2014), şekilsel prototiplere nasıl bağımlı oldukları (Üstün ve Ubuz, 2004; Fischbein ve Nachlieli, 1998), dörtgen hiyerarşilerinin anlaşılmasında yaşanan zorluklar (Özdemir Erdoğan ve Dur, 2014), açı kavramı ve tanım oluşturma süreçlerinde ortaya çıkan bilişsel engeller (Mariotti ve Fischbein, 1997) gibi konular ele alınmıştır. Öğrencilerin matematiksel kavramları genellikle görsel temsiller üzerinden anlamlandırdığı ve bu süreçte oluşan şekilsel imajların kavramsal bilgiden bağımsız olarak hatalı sonuçlara yol açtığı tespit edilmiştir.

Açı kavramı özelinde yapılan çalışmalar, öğrencilerin açı tanımını ve özelliklerini öğrenme süreçlerinde karşılaştıkları güçlükleri ortaya koymaktadır. Açı kavramının statik ve dinamik yönlerinin öğrenilmesi (Devichi ve Munier, 2013), açı ölçümü ve açının farklı bağlamlardaki temsillerinin anlaşılması (Keiser, 2004; Mitchelmore ve White, 2000) ve öğrencilerin zihinsel modelleri ile matematiksel tanımlar arasındaki farklar (Hill, 2004) gibi konular üzerinde durulmuştur. Bu çalışmalar, öğrencilerin açı kavramını anlamlandırma sürecinde bilişsel yanılgılara sahip olduklarını, özellikle prototip örneklerden bağımsız düşünmekte zorlandıklarını ve farklı bağlamlardaki açılar arasında geçiş yaparken hatalar yaptıklarını ortaya koymaktadır.

Bu araştırma, öğrencilerin açı kavramına ilişkin kavram imajlarını belirleyerek, kavram yanılgılarını Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar, öğrencilerin geometri öğrenme süreçlerinde yaşadığı zorlukları ortaya koymakla birlikte, açı kavramına ilişkin kavram imajlarının detaylı bir analizini sınırlı düzeyde ele almıştır. Bu nedenle, mevcut çalışmanın katkısı, öğrencilerin açı kavramını öğrenirken geliştirdikleri zihinsel imgeler ve bu imgelerin tanımlarla uyumunu sistematik olarak inceleyerek, geometri öğretiminde daha etkili yaklaşımlar geliştirilmesine rehberlik etmesidir.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin açı kavramına yönelik kavram imajlarını, Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, öğrencilerin açı kavramına ilişkin kavramsal imajlarının belirlenmesi ve bu imajların şekilsel ve kavramsal unsurlar arasındaki etkileşimini nasıl yansıttığının analiz edilmesi hedeflenmektedir.

Araştırma deseni olarak Creswell ve Plano Clark (2015) tarafından tanımlanan iç içe geçmiş karma yöntem deseni (nested mixed methods design) kullanılmıştır. Bu yöntem hem nicel hem de nitel veri toplama süreçlerini içeren bir araştırma yaklaşımı olup, farklı araştırma sorularına sistematik bir şekilde yanıt aramayı mümkün kılar. İç içe geçmiş karma yöntem tasarımında, nitel veri toplama ve analizi, temelde bir nicel araştırma çerçevesinde konumlandırılarak, araştırma probleminin daha derinlemesine incelenmesini sağlar. Bu tasarım, araştırmacılara belirlenen olguya ilişkin daha kapsamlı bir perspektif sunmakla birlikte, verilerin birbirini tamamlayacak şekilde analiz edilmesine olanak tanır.

Bu çalışmada, kavram imajı testinden elde edilen nicel verilerin istatistiksel karşılaştırmalarına dayalı iki alt problem ile öğrencilerin kavram imajlarının Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi bağlamında betimlenmesine yönelik bir nitel problem ele alınmıştır. Nicel analiz süreci, öğrencilerin kavram imajlarına dair istatistiksel farklılıkları ortaya koymayı hedeflerken, nitel analiz süreci ise bu imajların bilişsel ve görsel temsillerini daha ayrıntılı bir şekilde açıklamaya yöneliktir. Bu doğrultuda, araştırmanın doğasına en uygun yöntem olarak iç içe geçmiş karma yöntem tasarımı belirlenmiştir.

3.2 Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu 2023-2024 eğitim öğretim yılı güz ve bahar dönemi Güney Marmara bölgesinde yer alan bir ilin merkez ilçesindeki devlet okulunda 7. ve 8. Sınıf düzeyinde öğrenim gören 90 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli tüm izinler alınmıştır. Çalışma, Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve 472756 sayılı karar ile etik onay almıştır (Ek A). Çalışmanın uygulanması için ayrıca Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır (Ek B). Çalışma kapsamında katılımcıların gönüllü katılımı esas alınmış, veriler anonim olarak toplanmış ve araştırma sürecinde etik kurallar titizlikle gözetilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara, araştırmanın amacı, önemi ve veri toplama sürecinin ayrıntıları hakkında detaylı bir bilgilendirme sunulmuştur. Katılımcılara, elde edilen verilerin bilimsel bir araştırma için kullanılacağı, öğrencilerin akademik başarıları ile ilişkilendirilmeyeceği ve herhangi bir değerlendirme amacıyla kullanılmayacağı açıklanmıştır. Veri güvenliği konusunda katılımcılar, toplanan tüm verilerin gizli tutulacağı, kişisel bilgilerinin anonimleştirileceği ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı konusunda bilgilendirilmiştir. Çalışmaya katılımın tamamen gönüllü olduğu ve katılımcıların istedikleri zaman çalışmadan ayrılabilecekleri vurgulanmıştır. Ayrıca, katılımcılara çalışmaya katılmak zorunda olmadıkları ve katılımın herhangi bir olumlu veya olumsuz sonuç doğurmayacağı konusunda güvence verilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı

Kız	Erkek
58	32

Tablo 3.1 de görüldüğü üzere örneklemin 58'i kız öğrenciden 32'si erkek öğrencilerden oluşmaktadır.

Tablo 3.2: Sınıf düzeylerine göre öğrenci sayıları

Çalışmaya katılan öğrenciler	F
7. sınıf	57
8. sınıf	33

Tablo 3.2 de görüldüğü üzere çalışma grubunun 57 si 7.sınıf öğrencilerinden geriye kalan 33 ü ise 8.sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

3.3 Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin 'açı' kavramına ilişkin zihinsel şemalarını ortaya çıkarma amacıyla geliştirilen form, uzman görüşleri ve Fischbein (1993) tarafından ortaya konan Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde tasarlanmıştır. Açık uçlu soruların kullanımı, öğrencilerin kavram imajlarını derinlemesine incelemeyi mümkün kılmıştır. Karpuz, Koparan ve Güven (2014) tarafından yapılan çalışmada da olduğu gibi, bu araştırmada da açık uçlu soruların, öğrencilerin zihinsel yapılarını daha iyi anlamada etkili bir araç olduğu görülmüştür. Veri toplama aracı olarak

“Öğrencilerin açılar kavramındaki hazırbulunuşluluk düzeylerinin belirlenmesi” testi hazırlanmıştır (Ek C). Bu test 15 sorudan oluşmaktadır. Tablo 3.3’te soruların dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Soruların alt konular ve sınıf düzeylerine göre dağılımı

Sorular	Alt konular	Sınıf düzeyi
1-2	Açının tanımı	6
3-5	Açı türleri	5
6-10	Açı ilişkileri ve özellikleri	6
11-15	Paralel Doğrular ve Açı İlişkileri	7

Tablo 3.3’te de belirtildiği gibi 1-2 arasındaki sorular açının tanımını içermekte 3-5 arasındaki sorular açının türlerini, 6-10 arasındakiler açı ilişkileri ve özelliklerini ve 11-15 arasındaki sorular ise paralel doğrular ve açı ilişkilerini tanımlama ve çizmeden oluşmaktadır.

Ortaokul matematik programı dikkate alınarak hazırlanan bu soruların 1-2 arasındaki sorular 6.sınıf, 3-5 arasındaki sorular 5. Sınıf, 6-10 arasındaki sorular 6. Sınıf, 11-15 arasındaki sorular ise 7. Sınıf matematik programından alınmıştır. Aşağıda soruların ilgili olduğu kazanımlar Tablo 3.3’ te verilmiştir.

Tablo 3.4: Soruların kazanımlara göre dağılımı

Soru numaraları	**Kazanımlar**
1-2	**M.6.3.1.1.** Açıyı, başlangıç noktaları aynı olan iki ışının oluşturduğunu bilir ve sembolle gösterir.
3-5	**M.5.2.1.4.** 90°’lik bir açıyı referans alarak dar, dik ve geniş açıları oluşturur; oluşturulmuş bir açının dar, dik ya da geniş açılı olduğunu belirler.
6-10	**M.6.3.1.3.** Komşu, tümler, bütünler ve ters açıların özelliklerini keşfeder; ilgili problemleri çözer.
11-15	**M.7.3.1.2.** İki paralel doğruyla bir keseninin oluşturduğu yöndeş, ters, iç ters, dış ters açıları belirleyerek özelliklerini inceler; oluşan açıların eş veya bütünler olanlarını belirler; ilgili problemleri çözer.

Veri toplama aracının pilot uygulaması yapılmadan önce konu ve kapsam geçerliliğini sağlamak adına 1 ölçme ve değerlendirme uzmanı ve 3 matematik eğitimi alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Araştırmacının pilot uygulamadaki gözlemleri doğrultusunda bazı soruların sınıf seviyelerine uygun olmadığı 3 matematik eğitimi alan uzmanı ve 1 ölçme değerlendirme alan uzmanının da görüşleri alınarak belirlenmiş ve buna göre düzenlemeler yapılmıştır.

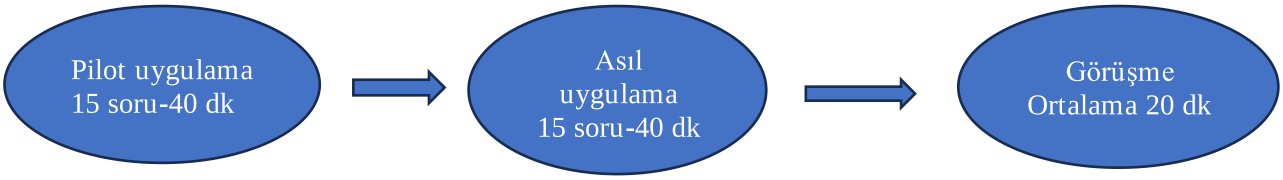
Tablo 3.5: Soruların şekilsel ve kavramsal boyutlara göre dağılımı

Temalar	**Sorular**
Conseptual (Kavramsal)	1.Açı kavramını kendi cümlelerinizle açıklayınız. 2.“Açı” kelimesi size neyi çağrıştırıyor?
Conseptual - Figural (Kavramsal – Şekilsel)	3. Dar açıyı açıklayınız. Örnek bir dar açı çiziniz. 4. Dik açıyı açıklayınız. Örnek bir dik açı çiziniz. 5. Geniş açıyı açıklayınız. Örnek bir geniş açı çiziniz. 6. Komşu açı nedir? Komşu açı örneği çizin. 7. Tümler açı nedir? Tümler açı örneği çizin. 8. Bütünler açı nedir? Bütünler açı örneği çizin. 9. Komşu bütünler açı nedir? Komşu bütünler açı örneği çizin. 10. Komşu tümler açı nedir? Komşu tümler açı örneği çizin. 11. Ters açı nedir? Ters açı örneği çiziniz. 12. Ters açıların ölçüleri birbirine eşit midir? Cevabınızı şekil çizerek açıklayınız. 13. İç ters açı nedir? İç ters açı örneği çiziniz. 14. Dış ters açı nedir? Dış ters açı örneği çiziniz. 15. Yöndeş açı nedir? Yöndeş açı örneği çiziniz.

Tablo 3.5’te görüldüğü üzere 1-2 arasındaki sorular tanım yapmayı gerektiren kavramsal temalı sorular iken 3-15 arasındaki sorular hem tanım yapılmasını hem de çizim yapılmasını gerektiren kavramsal ve şekilsel temalı sorulardır. Böylelikle öğrencilerin şekilsel kavram teorisi çerçevesinde bunlar arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

3.4 Uygulama Süreci

Ortaokul 7 ve 8. Sınıf öğrencilerinin açılar kavramına yönelik kavram imajlarının incelenmesi amaçlanan bu çalışmada uygulama aşaması pilot ve asıl uygulama olarak 2 kısımdan oluşmaktadır. Şekil 3.1'de uygulama süreci açıklanmıştır.



Şekil 3.1: Uygulama süreci diyagramı

3.4.1 Pilot Uygulama

Çalışmanın amacına uygun olarak hazırlanan veri toplama aracındaki açık uçlu soruların, hedef kitlesi tarafından doğru ve anlamlı bir şekilde yorumlanıp yorumlanmadığını belirlemek için bir pilot çalışma gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Pilot çalışma sayesinde, soruların anlaşılırlık düzeyi, cevaplama süresi, beklenen verilerin elde edilip edilemeyeceği ve veri toplama sürecinde ortaya çıkabilecek olası sorunlar önceden tespit edilmiştir. Bu sayede, asıl çalışmada daha güvenilir ve geçerli veriler elde etmek amaçlanmaktadır. Açık uçlu sorular 2023-2024 Güney Marmara bölgesinde yer alan bir ilin merkez ilçesindeki devlet okulunda öğrenim görmekte olan 5,6,7 ve 8. sınıf düzeyinde seçilen öğrencilere uygulanmıştır. Bu sayede soruların hangi sınıf seviyelerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonunda bu okulda görev yapmakta olan matematik öğretmeni ile gerekli notlar tutulup başka uzman görüşleri de alınarak 7 ve 8. sınıflara uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

3.4.2 Asıl Uygulama

Çalışmanın asıl uygulama kısmı 2023 yılının güz döneminde gerçekleşmiştir. Uygulama bir ders saati (40 dk) sürmüştür. Veri toplama süreci bir devlet okulunun 7 ve 8. Sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Çalışmaya katılan öğrencilere, verilerinin bilimsel bir araştırmada kullanılacağı ve gizliliği sağlanacağı konusunda bilgi verilmiştir. Öğrencilerin, verdikleri cevapların özgün olmasına dikkat etmeleri ve dışarıdan herhangi bir yardım almadan bağımsız olarak cevaplamaları gerektiği vurgulanmıştır. Asıl uygulama esnasında 200 kişiye ulaşılmıştır fakat kağıtlar incelendiğinde yeterli verim alınamayan kağıtlar elenerek 90 öğrencinin kağıtları seçilmiştir.

3.5 Veri Analizi

Açılar kavramındaki hazırbulunuşluluk düzeylerinin belirlenmesi testinde öğrencilerin aldıkları puanları belirlemek üzere her bir soru için Tablo 3.6'da belirtilen puanlama anahtarı kullanılmıştır. Bu puanlama anahtarı sayesinde, öğrencilerin cevapları "doğru", "kısmen doğru" veya "yanlış" olarak değerlendirilmiş ve test puanları belirlenmiştir. Puanlama kriterleri hakkında detaylı bilgiler aşağıda Tablo 3.6'da sunulmaktadır. Bu değerlendirmeye göre öğrencilerin toplam puanları ile testteki kavramsal ve şekilsel alt boyutlara ilişkin alt test puanları belirlenmiştir.

Tablo 3.6: Analizde kullanılan 3 dereceli puanlama anahtarı

Puan	Ölçüt
2	• Doğru tanım yapma • Doğru şekilleri çizme
1	• Kısmen doğru tanım yapma ya da çizim/sembol/örnek ile kısmen ifade edebilme
0	• Yanlış tanımlama • Yanlış çizim yapma • Cevaplamama

Alt problem 1 ve 2'de aldıkları toplam puanlar ile istatistiksel analiz yapılmıştır. Puan dağılımlarının normal dağılım göstermemesi nedeni ile parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Alt problem 1'de öğrencilerin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasındaki fark Wilcoxon İşaretli sıralar testi; alt problem 2'de 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin testten aldıkları toplam puan ortalamaları arasındaki fark Mann-Whitney U testi ile incelenmiştir.

Nitel özelliğe sahip 3. Alt problemde ise nitel veri analizi yapılmıştır. Öğrenci yanıtları şekilsek ve kavramsal açıdan incelenerek kodlanmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenmiş olan alt problemlere yanıt aramak amacıyla toplanan veriler, nicel ve nitel yöntemlerle analiz edilmiştir. Bu kapsamda, öğrencilerin açı kavramına ilişkin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları ve 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin şekilsel kavram imajı testi puan ortalamaları arasındaki fark incelenmiştir. Daha sonra öğrencilerin yanıtları şekilsel ve kavramsal açıdan nitel olarak yorumlanmıştır.

4.1 Alt Probleme 1'e İlişkin Bulgular

Fischbein'in şekilsel kavram teorisine göre, matematiksel kavramların öğrenilmesi hem kavramsal hem de şekilsel anlamayı gerektirmektedir. Kavramsal anlama, kavramın tanımını, özelliklerini ve diğer kavramlarla ilişkisini anlamayı içerirken, şekilsel anlama, kavramın zihinde canlandırdığı imgeleri, diyagramları ve modelleri içermektedir. Veri toplama aracında yeralan soruların kavramsal ve şekilsel ağırlıklı bölümleri incelenmiş ve öğrencilerin yanıtları yanlış, kısmen doğru ve doğru olarak analiz edilmiştir. Tablo 4.1 de öğrencilerin sorulardaki şekilsel ve kavramsal boyuttaki doğru, kısmen doğru ve yanlış sayıları belirtilmiştir.

Tablo 4.1'deki veriler incelendiğinde, öğrencilerin açı kavramını hem kavramsal hem de şekilsel olarak anlamada zorluk çektiği görülmektedir. 1. ve 2. sorular açı kavramına ilişkin kavramsal boyutta sorulardır. 1. soruya öğrencilerin 25 tanesi doğru cevap verebilmiştir. Bu, öğrencilerin çoğunun açı kavramının tanımını ve özelliklerini tam olarak anlamadığını göstermektedir. Aynı şekilde, 2. soruda öğrencilerin sadece 22 tanesi soruyu doğru cevaplayabilmiştir. Bu da öğrencilerin açıları farklı şekillerde tanıma ve yorumlamada sorun yaşadığını göstermektedir. Diğer sorularda da benzer bir durum söz konusudur. Öğrencilerin doğru cevap oranları genellikle düşüktür ve bu da hem kavramsal hem de şekilsel anlamada eksiklikler olduğunu göstermektedir. Örneğin, 6. soruda öğrencilerin sadece 26 tanesi, 7. soruda 20 tanesi ve 8. soruda sadece 4'ü soruyu kısmen doğru cevaplayabilmiştir. Bu sorular, öğrencilerin açı kavramını farklı bağlamlarda anlama ve uygulamada zorlandıklarını göstermektedir.

Fischbein'in şekilsel kavram teorisine göre, kavramsal ve şekilsel anlama arasında bir denge olması gerekmektedir. Öğrencilerin hem kavramın tanımını ve özelliklerini bilmeleri hem de zihinlerinde canlandırabilmeleri önemlidir. Ancak Tablo 4.1'deki veriler, öğrencilerin bu dengeyi kurmakta zorlandığını göstermektedir.

Tablo 4.1: Yanıtların sorulara göre analizi tablosu.

Soru numaraları	Yanlış		Kısmen doğru		Doğru		Boş	
1	48		17		25			
2	21		47		22			
	C	F	C	F	C	f	c	f
3	10	2	7	0	66	85	7	3
4	7	3	9	0	65	83	9	3
5	6	3	56	0	21	82	7	5
6	40	16	26	1	8	57	16	16
7	29	34	20	0	24	28	7	28
8	39	32	4	0	21	27	26	31
9	20	15	10	0	19	28	41	47
10	16	14	8	0	22	24	44	52
11	24	25	19	0	6	28	41	37
12	13	12	3	0	41	23	33	55
13	10	13	3	0	7	8	70	69
14	14	13	1	0	6	7	69	70
15	8	12	13	0	0	8	69	70

Öğrencilerin açı kavramına ilişkin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacı ile SPSS 24 ile Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Öğrencilerin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak şekilsel puanlar lehine anlamlı farklılık bulunmuştur (Z=-5,511; p <,05). Öğrencilerin açı konusundaki anlamalarının şekilsel olarak daha baskın olduğu söylenebilir.

Tablo 4.2: Öğrencilerin şekilsel ve kavramsal puan ortalamaları arasındaki farkın Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile incelenmesi

Şekilsel-Kavramsal	n	Sıra ortalaması	Sıralar toplamı	z	P
Negatif sıralar	16	37,00	592,00	-5,5155	,000
Pozitif sıralar	66	42,59	2811,00		
Eşit sıralar	8				

4.2 Alt Problem 2'ye İlişkin Bulgular

7. ve 8. sınıf öğrencilerinin şekilsel kavram imajı testi puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan Mann-Whitney U Testi analizi sonucunda farklı sınıf seviyesindeki öğrencilerin açılara ilişkin kavram imajı toplam puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur (U = 855.500, *z*=-.713, *p* = .476).

Tablo 4.3: 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin test puan ortalamalarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması

Sınıf seviyesi	N	S.O.	S.T.	U	z	
7. sınıf	57	46,99	2678,50	855,50	-0,713	0,476
8. sınıf	33	42,92	1416,50			
Toplam	90					

4.3 Alt Problem 3'e İlişkin Bulgular

"Ortaokul öğrencilerinin açılar konusundaki kavram imajları Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelendiğinde nasıl betimlenir?" alt problemine cevap vermek üzere kavram imajı testindeki sorular 4 grupta ele alınmıştır:

Grup 1: Açı Kavramının Temelleri (Sorular 1-2)

Grup 2: Açı Türleri (Sorular 3-5)

Grup 3: Açı İlişkileri ve Özellikleri (Sorular 6-10)

Grup 4: Paralel Doğrular ve Açı İlişkileri (Sorular 11-15)

4.3.1 Açı Kavramının Temelleri (Sorular 1-2) ile İlgili Soruların Analizi

Bu alt problem açının tanımının yapılmasını içeren sadece kavramsal olan 1. ve 2. sorular için değerlendirilmiştir.

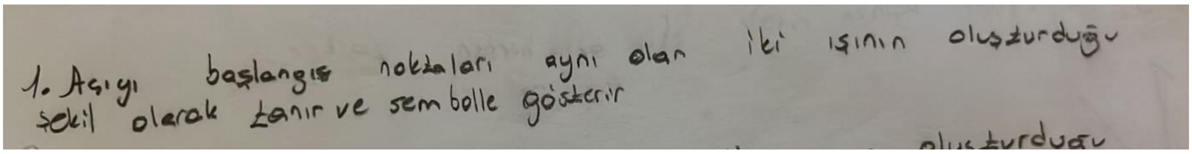
Tablo 4.4: 1. Soru için verilen yanıtların temalara göre frekans tablosu

Kodlar	**F**
Uygun tanım	25
Işınlar arasında kalan kısımdır, bölümdür.	17
Diğer	
Açı ölçüsü ve çeşitleri üzerinden açıklamalar	12
Açıyı betimleyen ifadeler	15
Örnek üzerinden yapılan ifadeler	11
Açıklama Yok	10

Fischbein'in şekilsel kavram teorisi, geometrik kavramların öğrenilmesinde şekil ve kavram arasındaki ilişkinin önemini vurgulamaktadır. Bu teoriye göre, öğrenciler geometrik şekilleri sadece görsel olarak algılamakla kalmaz, aynı zamanda bu şekillerle ilgili kavramları da anlamlandırmalıdır. Açı kavramı da bu şekilsel kavramlardan biridir ve öğrencilerin hem açının görsel temsilini (iki ışının birleşimi) hem de açıyla ilgili matematiksel özellikleri (açı ölçüsü, açı çeşitleri vb.) anlamaları gerekmektedir.

Bu bağlamda tablo 4.1 incelendiğinde açının tanımının yapılması istenen 1.ve 2. Sorulara öğrencilerin yarısından fazlasının yanlış cevap verdiği görülmektedir. Bu durumdan öğrencilerin açının neye benzediğini görsel olarak tanıyabildikleri ancak bu görsel temsili açının matematiksel tanımıyla ilişkilendiremedikleri anlaşılmaktadır. Yani açının tanımını yapamamaları aslında kavramsal olarak eksik kaldıkları anlamına gelmektedir.

Öğrencilerin Açı Tanımının Yapılması İstenen Sorulara Verdikleri Cevaplardan Örnekler

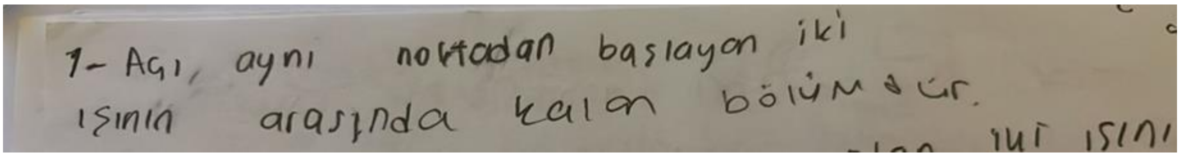


Şekil 4.1: Ö1'in açı tanımı (Uygun tanıma örnek)

Öğrencinin vermiş olduğu tanımda "aynı noktadan başlayan iki ışının arasında oluşturduğu şekil" ifadesini kullanması, öğrencinin açı kavramını şekilsel yönüyle ele aldığını göstermektedir. Öte yandan açının iki ışın tarafından oluşturulduğunu belirtmesi ışın kavramını anladığını göstermektedir. Açıların sembolle gösterildiğini belirtmesi ise matematiksel sembollerin önemini kavradığını göstermektedir.

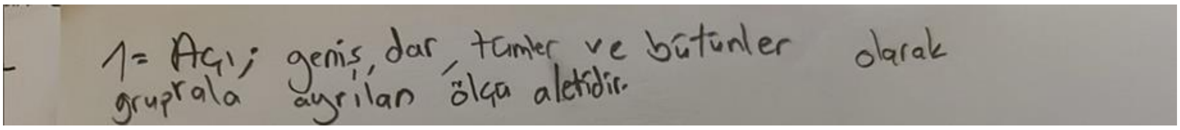
Şekilsel kavram teorisi çerçevesinde incelendiğinde ise şekilsel yön olarak öğrenci, açıyı görsel bir şekil (iki ışının oluşturduğu alan) olarak düşünmektedir. Bu, şekilsel boyutun baskın olduğunu göstermektedir. Kavramsal yön olarak da açının, iki ışının arasındaki ilişkinin bir ölçüsü olduğuna dair kavramsal bir anlayış tam olarak yansıtılmamaktadır.

Öğrencinin tanımı, açıyı algılama açısından temel düzeyde olduğunu göstermektedir. Kavram imajının, açının matematiksel tanımını (örneğin, iki ışın arasındaki dönüş miktarı olarak açı) tam olarak kapsamadığı görülmektedir. Bu durum, öğretim sürecinde öğrencinin açıyla ilgili deneyimlerini ve örneklerini genişletme ihtiyacına işaret etmektedir.



Şekil 4.2: Ö16'nın açı tanımı (Işınlar arasındaki bölüme örnek)

Öğrencinin vermiş olduğu yanıtta, açı kavramını tanımlarken, geometrik bir özelliğe dayanarak açıkladığı görülmektedir. Ancak tanımı eksik ve formal bir matematiksel ifade yerine günlük konuşma diline uygun bir yaklaşım sergilediği görülmektedir. Bu, öğrencinin kavram imajı ile kavram tanımı arasında bir uyumsuzluk yaşadığını göstermektedir. Kavram imajı, öğrencinin açıya dair zihinsel resmidir ve burada açıların başlangıç noktasına odaklandığı görülmektedir. Öğrenci, açıyı iki ışın arasında kalan bir bölüm olarak açıklamış; ancak bu açıklama matematiksel olarak eksik ve formal bir açı tanımını karşılamamaktadır.



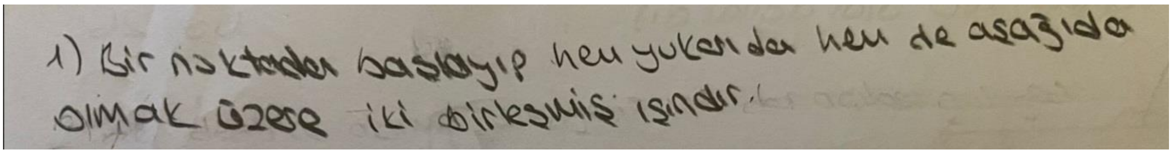
Şekil 4.3: Ö18'in açı tanımı (Açı çeşitleri üzerinden açıklamaya örnek)

Öğrencinin vermiş olduğu yanıtta, açı kavramına yönelik algısında bazı karışıklıkların olduğunu ve açıyı doğru bir şekilde anlamlandırmakta güçlük çektiğini göstermektedir.

Tanımda "geniş, dar, tümler ve bütünler olarak gruplara ayrılan ölçü aletidir" ifadesini kullanması, kavrama ilişkin kavramsal imgelerin yeterince gelişmediğini göstermektedir.

Fischbein'in şekilsel-kavramsal yaklaşımı perspektifinden bakıldığında ise, şekilsel yön olarak öğrenci, açının görsel özelliklerinden ziyade sınıflandırma (geniş, dar, tümler) ve ölçü aleti gibi daha farklı bir kavramla ilişkilendirmiştir. Bu, açının tanımı ile ilgili şekilsel anlayışın eksik olduğunu işaret etmektedir. Kavramsal yön olarak da açı kavramının temel tanımından uzaklaşıp, açı sınıflarını (geniş, dar vb.) ve açıölçer gibi araçları karıştırmıştır.

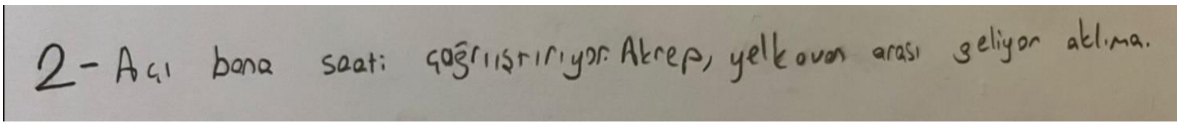
Sonuç olarak öğrencinin açı kavramını soyut matematiksel bir fikir olarak değil, bir araç ya da sınıflandırma sistemi olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Öğrencinin açıyı ve açı ile ilgili terimleri doğru anlaması için net, somut örneklere ve açıklamalara ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır.


1) Bir noktadan başlayıp hem yukarıda hem de aşağıda olmak üzere iki birleşmiş ışındır.

Şekil 4.4: Ö56'nın açı tanımı (Açıyı betimlemeye yönelik örnek)

Öğrencinin vermiş olduğu yanıtta, öğrencinin açı kavramına ilişkin bir tanım yaparken şekilsel özelliklere odaklandığını ve açıyı betimlemek için günlük dilde bir ifade kullandığını göstermektedir. "Bir noktadan başlayıp hem yukarıda hem de aşağıda olmak üzere iki birleşmiş ışındır" ifadesi, öğrencinin açıyı görsel bir yapı olarak algıladığını, ancak matematiksel bir tanım üretmekte zorlandığını ortaya koymaktadır.

Fischbein'in şekilsel-kavramsal yaklaşımı perspektifinden bakıldığında ise, şekilsel yön olarak öğrenci, açıyı görselleştirmeye çalışmış, ancak tanımı hem kavramsal hem de geometrik anlamda eksik kalmaktadır. İki ışının birleştiği noktanın önemini vurgulamakta, ancak açının dönüş miktarı veya ölçüsü ile ilgili bir bilgi sunmamaktadır. Kavramsal yön olarak da açının matematiksel tanımına dair bir bilgi ya da dönüş miktarına atıf olmadığı görülmektedir. Bu, öğrencinin kavram imgelerinin henüz soyut matematiksel düzeyde gelişmediğini göstermektedir.
Sonuç olarak öğrencinin açıya dair anlayışı, şekilsel imajın baskın olduğu bir seviyededir. Kavramsal anlayışı geliştirmek için daha somut örnekler ve açıklamalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.


2- Açı bana saati çağrıştırıyor. Akrep, yelkovan arası geliyor aklıma.

Şekil 4.5: Ö4'ün açı tanımı (Örnek üzerinden yapılan açıklamaya örnek)

Öğrencinin vermiş olduğu yanıtta, açı kavramını günlük hayatla ilişkilendirdiğini ve zihinsel temsillerinde saat gibi somut bir nesneyi kullandığını göstermektedir. Fischbein'in şekilsel kavram teorisi bağlamında ve öğrencinin kavram imajı açısından açı kavramını doğrudan saat kadranı üzerindeki akrep ve yelkovan arasındaki alanla ilişkilendirmiştir. Bu, öğrencinin günlük yaşamındaki deneyimlerinden yola çıkarak şekillendirdiği bir kavram imajın**a** sahip olduğunu göstermektedir. Bu tür bir ilişkilendirme, öğrencinin matematiksel bir kavramı somutlaştırma eğilimini ve çevresel gözlemlerini matematiğe aktardığını yansıtmaktadır. Ancak bu, matematiksel olarak formal bir açı tanımına uymamaktadır.

Fischbein'in şekilsel kavram teorisine göre, bu yanıt öğrencinin şekilsel bileşeni anlamada güçlü olduğunu, ancak kavramsal tarafın yeterince gelişmediğini göstermektedir. Öğrenci, açının temel geometrik bileşenleri (ışınlar, köşe noktası, açı ölçüsü) yerine bir durumu (saat) tanımlamaktadır. Bu durum, öğrencinin açıyı şekilsel bağlamda anlamasına rağmen, daha soyut ve formal tanımlarda zorlandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, öğrencinin ışın ve açı ölçümü kavramlarına dair zihinsel bir boşluk yaşadığı görülmektedir. Kavramsal açıdan değerlendirildiğinde saat kadranı örneği, açıyı yalnızca dönen bir sistem veya hareketle ilişkilendirme eğilimini yansıtmaktadır. Bu da öğrencinin açıyı statik bir kavram olarak algılamaktansa dinamik bir süreç gibi düşündüğünü göstermektedir. Formal açı tanımında yer alan matematiksel unsurlar, örneğin başlangıç noktası (köşe), ışınlar ve ölçüm birimi (derece) gibi bileşenler öğrencinin açıklamasında yer almamıştır.

Fischbein'in şekilsel kavram teorisi, öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl zihinlerinde yapılandırdıklarını ve bu yapıların öğrenme süreçlerini nasıl etkilediğini açıklamaya çalışan önemli bir kuramdır. Bu kurama göre, öğrencilerin bir kavramla ilgili zihinsel imajları (kavram imajı), o kavramın şekilsel ve sembolik temsillerinden (kavram şekli) etkilenir.

Tüm bu yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin açı kavramına dair şekilsel bir anlayış geliştirdiğini, kavramsal olarak eksikliklerin olduğunu göstermektedir.

4.3.2 Açı Türleri (Sorular 3-5) ile İlgili Soruların Analizi

Bu alt problem açının çeşitlerinden oluşan şekilsel ve kavramsal içerikli açı çeşitlerine (dar, dik, geniş açı) ilişkin 3.-5. soruların bulgularını içermektedir.

Bu bulgular değerlendirildiğinde öğrencilerin dar ve dik açıyı tanımlamakta ve çizmekte zorlanmadığı ancak geniş açıyı tanımlarken 180 dereceden küçük olduğunu göz ardı ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

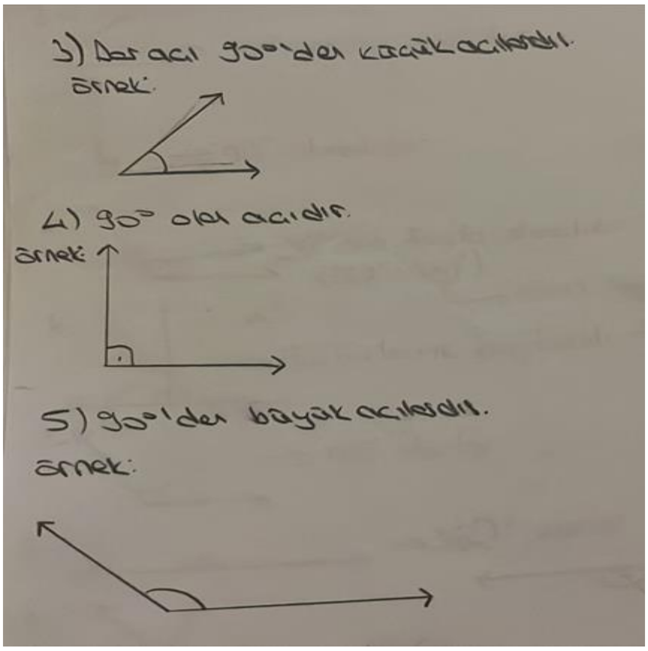
Tablo 4.5: 3.-5. Sorular için verilen yanıtların temalara göre frekans tablosu

Kodlar	f
Dar açıyı tanımlayamama	10
Dar açıyı çizememe	2
Dik açıyı tanımlayamama	7
Dik açıyı çizememe	3
Geniş açıyı tanımlayamama	6
Geniş açıyı çizememe	3

Dar açı, 90 dereceden küçük olan açıdır. Şekilsel olarak, iki ışının başlangıç noktasında birleşmesiyle oluşan ve açıklığı 90 dereceden az olan bir açıdır. Dik açı ise 90 derece olan açıdır. Şekilsel olarak, iki ışının başlangıç noktasında birleşmesiyle oluşan ve açıklığı tam olarak 90 derece olan bir açıdır. Son olarak geniş açı, 90 dereceden büyük ve 180 dereceden küçük olan açıdır. Şekilsel olarak, iki ışının başlangıç noktasında birleşmesiyle oluşan ve açıklığı 90 dereceden büyük ve 180 dereceden küçük olan bir açıdır.

Fischbein'in teorisine göre, bu açı türlerini anlamak için hem şekillerine (görsel özelliklerine) hem de kavramsal anlamlarına (tanımlarına ve özelliklerine) dikkat etmek gerekmektedir. Bu bağlamda verilen yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin bu anlayışlara uygun cevaplar vererek Fischbein'ın teorisine göre bu açı türlerinde kavramsal ve şekilsel olarak bir eksiklik olmadığı görülmektedir.

Öğrencilerin Açının Çeşitlerine İlişkin Verdikleri Cevaplardan Örnekler



Şekil 4.6: Ö8'in vermiş olduğu yanıtlar

Verilen cevapta dar açı ve dik açı tanımları doğru verilmiş ve örnekler uygun şekilde çizilmiştir. Ancak, geniş açının tanımı eksik verilmiştir. Geniş açı, 90 dereceden büyük 180 dereceden küçük olan açılardır. Verilen yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin çoğu geniş açının 90 dereceden büyük olduğunu bilmekte fakat 180 dereceden küçük olduğunu kavrayamamışlardır.

Fischbein'ın teorisine göre ise öğrencilerin dar ve dik açının tanımında ve çiziminde zorlanmadıkları kavramsal ve şekilsel olarak bir anlayış geliştirdiklerini ancak geniş açının tanımını yaparken 180 dereceden küçük olduğunu göz ardı etmeleri diğer açı türlerine göre kavramsal olarak eksik olduklarını göstermektedir.

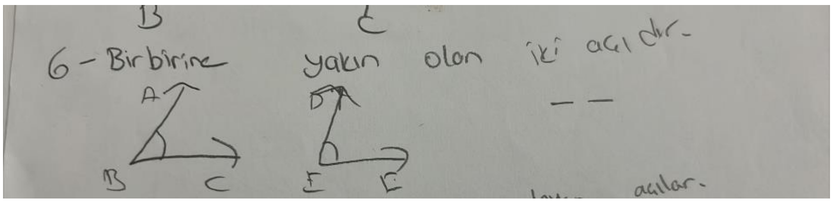
4.3.3 Açı İlişkileri ve Özellikleri (Sorular 6-10) ile İlgili Soruların Analizi

Bu alt problem açının ilişkileri ve özelliklerini içeren açı çeşitlerine ilişkin (komşu, tümler, bütünler açı) 6.-10. soruların bulgularını içermektedir. Verilen yanıtlar kavramsal ve şekilsel olarak incelenerek aşağıdaki frekans tablosu çıkarılmıştır. Tabloya bakıldığında kavramsal ve şekilsel anlayışların gelişiminde eksiklikler olduğu görülmektedir. Aşağıda verilen yanıtlar ayrıntılı incelenecektir.

Tablo 4.6: Verilen yanıtların temalara göre frekans tablosu

Kodlar	F
Komşu açıyı tanımlayamama	40
Bir açıya komşu açı çizememe	57
Tümler açıyı tanımlayamama	29
Tümler açıyı çizememe	34
Bütünler açıyı tanımlayamama	39
Bütünler açıyı çizememe	32

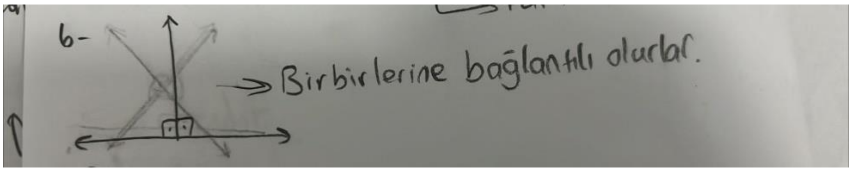
Komşu açıyla ilgili örnekler



Şekil 4.7: Ö23'ün vermiş olduğu yanıt

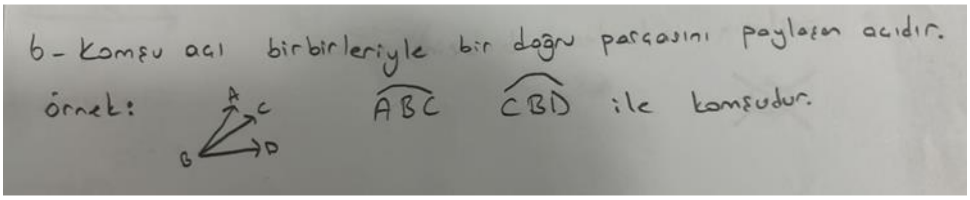
Fischbein'ın şekilsel kavram teorisine göre, geometrik kavramlar hem bir şekil hem de bir kavram içerir. Öğrenciler bu iki yönü bir araya getirerek geometrik kavramları tam olarak

anlamaya çalışırlar. Yani, bir öğrenci bir açıyı sadece görsel bir şekil olarak değil, aynı zamanda da bir ölçü ve belirli özelliklere sahip bir kavram olarak algılamalıdır.
Öğrencinin "birbirine komşu olan iki açı" ifadesini kullanırken yaptığı hata, muhtemelen şekilsel kavram teorisi içindeki "prototip etkisi" olarak adlandırdığımız bir durumdan kaynaklanmaktadır. Öğrenci, zihninde komşu açıların belirli bir düzende ve belirli bir şekilde olması gerektiği gibi bir prototip oluşturmuş olabilir. Verilen örnekteki açılar bu prototipe tam olarak uymadığı için öğrenci bu açıları komşu olarak değerlendirmemiştir.



Şekil 4.8: Ö29'un vermiş olduğu yanıt

Öğrenci komşu açının "yan yana olma" özelliğini vurgulamış ancak ortak köşe ve ortak kol gibi diğer önemli özelliklere değinmemiştir. Bu durum, öğrencinin komşu açı kavramını tam olarak içselleştiremediğini ve daha çok görsel bir özellik olarak algıladığını göstermektedir. Bu örnek, Fischbein'ın şekilsel kavram teorisindeki "prototip etkisi"ni açıkça göstermektedir. Öğrenci, zihninde komşu açının belirli bir konumda (yan yana) olması gerektiği gibi bir prototip oluşturmuş ve bu prototipin dışına çıkamamıştır. Bu durum, öğrencinin komşu açı kavramını genelleyememesine neden olmuştur. Şekilsel olarak kısmen bir anlayış geliştirmiş olsa da kavramsal olarak hatalı ve eksik bir kavram imajına sahiptir.



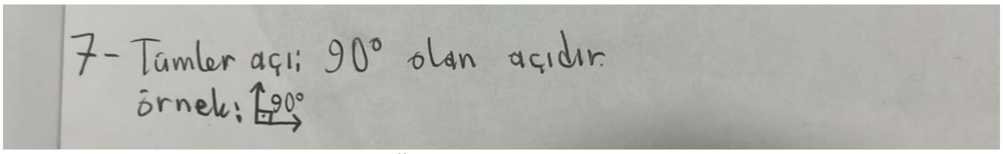
Şekil 4.9: Ö39'un vermiş olduğu yanıt

Öğrencinin verdiği cevap incelendiğinde, komşu açı kavramını kısmen doğru bir şekilde ifade etmektedir. "Birbirleriyle bir doğru parçasını paylaşan açılar" ifadesi, komşu açının temel özelliklerinden birini doğru olarak belirtse de bu tanım tam olarak yeterli değildir. Doğru parçası yerine ışın veya kenar ifadesini kullanması beklenmektedir.
Öğrencinin isimlendirerek verdiği örnek, sadece belirli bir tür komşu açıyı göstermektedir. Farklı şekillerdeki komşu açılar (örneğin, bir çember üzerindeki komşu açılar) hakkında bir genelleme yapmamıştır.

Öğrenci, komşu açı kavramını daha soyut bir şekilde ifade edebilmelidir. Örneğin, "Komşu açılar, ortak bir köşesi ve ortak bir kenarı olan iki açıdır." şeklinde daha genel bir tanım yapabilmelidir. Fischbein'ın teorisine göre değerlendirildiğinde şekilsel ve kavramsal olarak kısmen doğru bir imaja sahiptir.

Tümler ve bütünler açıyla ilgili örnekler

Tümler açı toplamları 90 derece, bütünler açı ise toplamları 180 derece olan açılardır. Fakat öğrencilerin yarısından fazlası tümler açının 90 derece, bütünler açının ise 180 derece olduğu imajına sahiptir. Aşağıda verilen cevaplardan örnekler sunulmuştur.

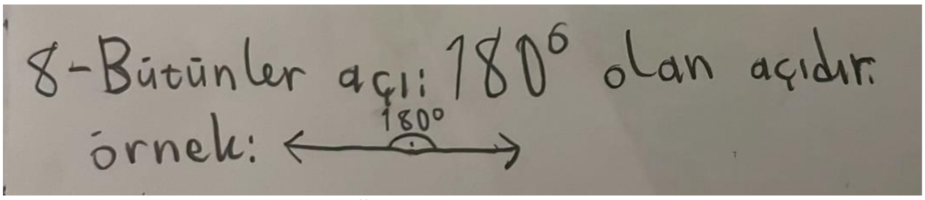


Şekil 4.10: Ö67'nin vermiş olduğu yanıt

Öğrencinin verdiği cevap, tümler açı kavramı hakkında ciddi bir yanılgı içermektedir. Öğrenci, tümler açıyı tek bir açı olarak düşünmüş ve bunun ölçüsünün 90 derece olduğunu belirtmiştir. Oysa tümler açı, ölçüleri toplamı 90 derece olan iki açıya verilen isimdir. Öğrenci, tümler açının görsel bir temsilini (90 derecelik bir açı) vermiş ancak bu açının diğer bir açıyla ilişkisini belirtmemiştir. Yani, tümler açının iki açıdan oluştuğu kavramını tam olarak kavrayamamıştır. Öğrencinin zihninde tümler açı için belirgin bir prototip (zihinsel model) oluşmamış gibi görünmektedir. Sadece tek bir açı olan 90 derecelik açıyı örnek olarak vermesi, bu durumu destekler niteliktedir.

Öğrencinin yanıtı, Fischbein'ın şekilsel kavram teorisindeki "prototip etkisi"nin eksikliği ve kavramsal anlamadaki yetersizlik ile ilişkilendirilebilir. Öğrencinin zihninde tümler açı için net bir prototip oluşmadığı için, bu kavramı yanlış anlamış ve sadece tek bir açıyla özdeşleştirmiştir.

Öğrencinin verdiği cevap, tümler açı kavramında ciddi bir eksiklik olduğunu göstermektedir. Öğrenci, tümler açının iki açıdan oluştuğunu ve bu açıların ölçüleri toplamının 90 derece olduğunu henüz tam olarak anlamamıştır. Bu durum, öğrencinin geometrik kavramları soyutlama ve genelleme becerisinde eksiklikler olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 4.11: Ö82'nin vermiş olduğu yanıt

Öğrencinin verdiği cevap, bütünler açı kavramında ciddi bir yanılgı içermektedir. Öğrenci, bütünler açıyı tek bir açı olarak düşünmüş ve bunun ölçüsünün 180 derece olduğunu belirtmiştir. Oysa bütünler açı, ölçüleri toplamı 180 derece olan iki açıya verilen isimdir. Öğrenci, bütünler açının görsel bir temsilini (180 derecelik bir doğru açı) vermiş ancak bu açının diğer bir açıyla ilişkisini belirtmemiştir. Yani, bütünler açının iki açıdan oluştuğu kavramını tam olarak kavrayamamıştır. Öğrencinin zihninde bütünler açı için belirgin bir prototip (zihinsel model) oluşmamış gibi görünmektedir. Sadece tek bir açı olan 180 derecelik açıyı örnek olarak vermesi, bu durumu destekler.

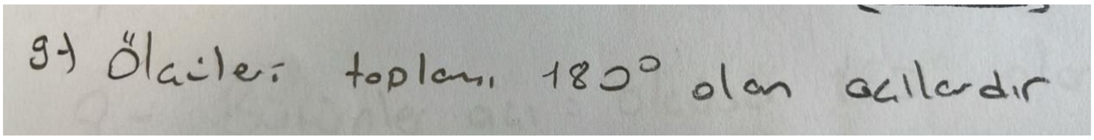
Öğrencinin verdiği cevap, bütünler açı kavramında ciddi bir eksiklik olduğunu göstermektedir. Öğrenci, bütünler açının iki açıdan oluştuğunu ve bu açıların ölçüleri toplamının 180 derece olduğunu henüz tam olarak anlamamıştır. Bu durum, öğrencinin geometrik kavramları soyutlama ve genelleme becerisinde eksiklikler olduğunu düşündürmektedir.

Komşu bütünler ve komşu tümler açıyla ilgili örnekler

Tablo 4.7: Verilen yanıtların temalara göre frekans tablosu

Kodlar	F
Komşu tümler açıyı tanımlayamama	16
Komşu tümler açıyı çizememe	10
Komşu bütünler açıyı tanımlayamama	20
Komşu bütünler açıyı çizememe	15

Verilen cevaplar incelendiğinde bu sorularda yeterli cevaplar alınamadığı görülmüştür. Cevaplayan öğrenciler arasında ise bu açı türlerinde eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin verdiği cevaplardan örnekler sunulmuştur.

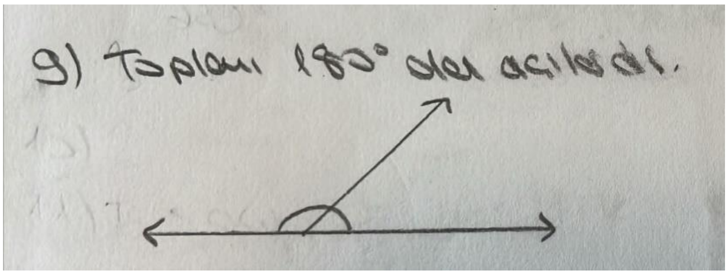


Şekil 4.12: Ö42'nin vermiş olduğu yanıt

Öğrenci, bütünler açı kavramının tanımını doğru bir şekilde ifade etmiştir. Bu, öğrencinin bütünler açılar kavramının tanımına hâkim olduğunu göstermektedir. Ancak, soruda komşu bütünler açılar sorulduğu için bu cevap eksik bir cevaptır. Komşu bütünler açılar, hem bütünler olan (ölçüleri toplamı 180° olan) hem de ortak bir kenara sahip olan açılardır.

Öğrencinin sadece tanımı vermesi ve herhangi bir çizim yapmaması, komşu bütünler açılarla ilgili şekilsel bir imaja sahip olduğunu göstermektedir. Eğer öğrenci bir çizim yapsaydı, örneğin yan yana iki açı çizerek ortak bir kenarı gösterseydi ve bu iki açının toplamının 180° olduğunu belirtseydi, bu öğrencinin komşu bütünler açılarla ilgili görsel bir imaja sahip olduğunu gösterirdi. Bu haliyle, öğrencinin zihninde sadece tanımın olduğu ve bu tanımı görsel bir örnekle ilişkilendiremediği görülmektedir.

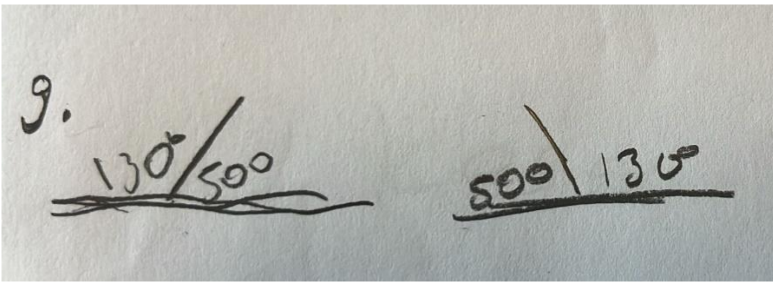
Fischbein'ın şekilsel kavram teorisine göre, kavramın sadece tanım boyutunda bir anlayışa sahip olduğunu, imaj boyutunda ise eksiklikler olduğunu göstermektedir. Öğrenci, bütünler açılar kavramını biliyor, ancak bu kavramı komşu kavramıyla birleştiremiyor olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.13: Ö47'nin vermiş olduğu yanıt

Öğrencinin verdiği cevapta hem tanım hem de çizim bulunmaktadır. Fischbein'ın şekilsel kavram teorisi çerçevesinde incelendiğinde, öğrenci, "Toplamı 180° olan açılardır" diyerek yine bütünler açılar tanımını vermiştir. Komşu bütünler açılar için bu tanım eksiktir. Komşu bütünler açılar, hem bütünler olan (ölçüleri toplamı 180° olan) hem de ortak bir kenara sahip olan açılardır.

Öğrencinin çizimi, doğru bir bütünler açı örneğini göstermektedir. Düz bir çizgi üzerinde bir noktadan çıkan bir ışın, iki açı oluşturur ve bu iki açının toplamı 180°'dir. Bu çizim, öğrencinin bütünler açılarla ilgili bir imaja sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, çizimde ortak bir kenar vurgulanmamıştır. Çizim, komşu açılar için de uygun olabilir, ancak komşu kavramını net olarak göstermemektedir.



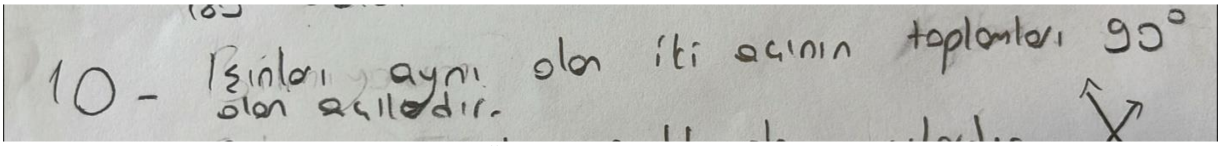
Şekil 4.14: Ö17'nin vermiş olduğu yanıt

Öğrenci, çizimin üzerine 130° ve 50° yazarak, bu iki açının toplamının 180° olduğunu ifade etmiştir. Bu, öğrencinin bütünler açılar tanımını hatırladığını göstermektedir. Öğrencinin bir matematiksel kavramı sadece çizimle göstermesi ve tanım yapmaması, o kavramla ilgili şekilsel imajının kavram tanımından daha baskın olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, öğrenci kavramı sözel olarak ifade etmekte zorlanırken, zihninde o kavrama ilişkin somut bir resim, örnek veya prototip bulunmaktadır.

Çizim, iki açının yan yana olduğunu göstermektedir. Bu, öğrencinin komşu açılarla ilgili bir imaja sahip olduğunu düşündürmektedir. Ancak, çizimde ortak bir kenar belirgin bir şekilde gösterilmemiştir. Açılar iki ayrı parça olarak çizilmiştir. Bu da komşu kavramının tam olarak anlaşılmadığını düşündürmektedir.

Öğrenci, 130° ve 50°'yi bir arada göstererek, bu iki açının toplamının 180° olduğunu şekil üzerinde bir örnek vererek bütünler açıları açıklamıştır. Ancak, komşu açı kavramını (komşu açıların ortak bir kenara sahip olması gerektiği) net olarak ifade etmemiştir.
İkinci çizim, birinci çizimin bir tekrarı gibidir. Açılar yine yan yana gösterilmiş ve değerleri aynıdır (130° ve 50°). Bu da öğrencinin aynı kavramsal zorluklarla karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

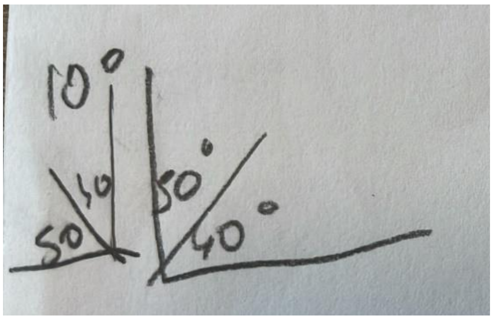
Öğrenci, bütünler açılar kavramını hatırlamakta ve iki açının toplamının 180° olduğunu bilmektedir. Ayrıca, açıların yan yana olması gerektiğini de bilmektedir. Ancak, komşu açı kavramını tam olarak anlamamıştır. Çizimlerde ortak kenar vurgulanmamış ve açılar iki ayrı parça olarak çizilmiştir. Bu da öğrencinin kavram imajının yeterince gelişmediğini göstermektedir.



Şekil 4.15: Ö33'ün vermiş olduğu yanıt

Öğrenci "Işınları aynı olan iki açının toplamları 90°'dir" ifadesini kullanmıştır. Bu ifade kısmen doğru ancak eksiktir. Toplamları 90° olan açılar tümler açılardır. Komşu tümler açılar ise, hem tümler olan (toplamları 90° olan) hem de ortak bir kenara sahip olan açılardır. Öğrencinin tanımı komşu açı kavramını içermemektedir.

Öğrencinin çizimi, doğru bir komşu tümler açı örneğini göstermektedir. Dik bir açı (90°) ikiye bölünerek iki komşu açı oluşturulmuştur. Bu, öğrencinin komşu tümler açılarla ilgili bir imaja sahip olduğunu göstermektedir. Çizimde ortak kenar açıkça görülmektedir.
Bu öğrencinin cevabı, önceki cevaplara göre daha uygundur. Öğrenci, kavramın imaj boyutunda güçlü bir anlayışa sahiptir. Çizimi doğru ve komşu kavramını net bir şekilde göstermektedir. Ancak, tanım boyutunda eksiklikler vardır. Öğrenci, tümler açılar kavramını biliyor ancak bunu komşu kavramıyla tam olarak birleştirememektedir.



Şekil 4.16: Ö49'un vermiş olduğu yanıt

Bu yanıtı veren öğrenci, komşu tümler açılarla ilgili güçlü bir görsel imaja sahiptir. Çizim, öğrencinin zihninde bu kavrama ilişkin şekilsel bir imajın olduğunu göstermektedir. Çizimde hem komşu hem de tümler açılar (toplam 90°) açıkça gösterilmiştir. Bu, öğrencinin kavramın görsel yönünü iyi anladığını göstermektedir.

Öğrenci, kavramı sözel olarak ifade edememiştir. Bu, öğrencinin kavram tanımının zayıf olduğunu veya hiç olmadığını göstermektedir. Öğrenci, kavramı görsel olarak tanırken, bunu sözel bir tanıma dönüştürecek dilsel ve kavramsal araçlara sahip değildir.

Öğrenci, çizimiyle komşu tümler açıların temel özelliklerini (toplamları 90° ve ortak kenarları olması) göstermiştir. Bu, öğrencinin kavram teoremlerini kısmen anladığını göstermektedir. Ancak, bu özellikleri sözel bir tanımda birleştirememesi, teoremlerin tam olarak içselleştirilmediğini düşündürmektedir.

Öğrencinin çiziminde dik bir açı, 50° ve 40° olarak ikiye bölünmüştür. Bu, doğru bir komşu tümler açı örneğidir. Ortak kenar ve 90° toplamı açıkça görülmektedir. Yine bir dik açı, bu sefer 30° ve 60° olarak ikiye bölünmüştür. Bu da doğru bir komşu tümler açı örneğidir. Öğrencinin iki farklı örnek çizmesi, kavram imajının genelleştirilmiş olduğunu ve sadece tek bir örneğe bağlı kalmadığını göstermektedir.

4.3.4 Paralel Doğrular ve Açı İlişkileri (Sorular 11-15) ile ilgili soruların analizi

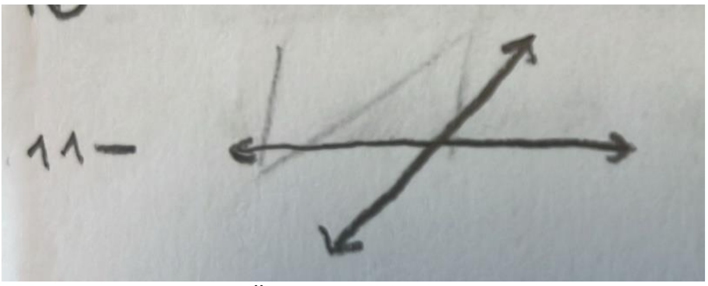
Bu alt paralel doğrular ve açı ilişkilerinden oluşan (ters, iç ters, dış ters, yöndeş açı) ile ilgili 11.-15. soruların bulgularını içermektedir.

Ters, İç ters, Dış ters ve Yöndeş açıyla ilgili örnekler

Tablo 4.8: Verilen yanıtların temalara göre frekans tablosu

Kodlar	F
Ters açıyı tanımlayamama	24
Ters açıyı çizememe	25
Iç ters açıyı tanımlayamama	10
Iç ters açıyı çizememe	13
Dış ters açıyı tanımlayamama	14
Dış ters açıyı çizememe	13
Yöndeş açıyı tanımlayamama	8
Yöndeş açıyı çizememe	12

11, 12, 13, 14 ve 15. Sorularda bu açı türlerinin tanımları ve çizimlerinin yapılması istenmiştir. Bu sorularda yeterli cevaplar alınamamıştır. Öğrencilerin yarısından fazlası bu soruları boş bırakmıştır. Cevaplar incelendiğinde verimli bir veri toplanamadığı gözlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin cevaplarından örnekler sunulmuştur.

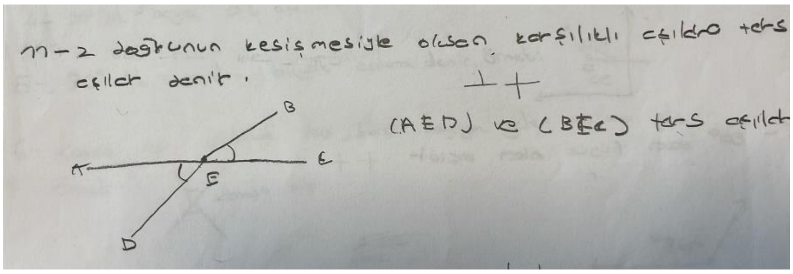


Şekil 4.17: Ö54’ün vermiş olduğu yanıt

Öğrenci, ters açılarla ilgili şekilsel bir imaja sahiptir. Çizimde kesişen iki doğru ve oluşan ters açılar doğru bir şekilde gösterilmiştir. Bu, öğrencinin kavramın görsel yönünü iyi anladığını göstermektedir.

Öğrenci, kavramı sözel olarak ifade edememiştir. Bu, öğrencinin kavram tanımının zayıf olduğunu veya hiç olmadığını gösterir. Öğrenci, kavramı görsel olarak tanırken, bunu sözel bir tanıma dönüştürecek dilsel ve kavramsal imaja sahip değildir.

Çizim, ters açıların temel özelliğini (karşılıklı olmaları) göstermektedir. Ancak, ölçülerinin eşit olduğunu açıkça belirtmemektedir. Bu, öğrencinin kavram ile ilgili özellikleri kısmen anladığını düşündürmektedir. Temel teoremi (ters açıların eşitliği) sözel olarak ifade edememesi, bu teoremi tam olarak içselleştirmediğini göstermektedir.



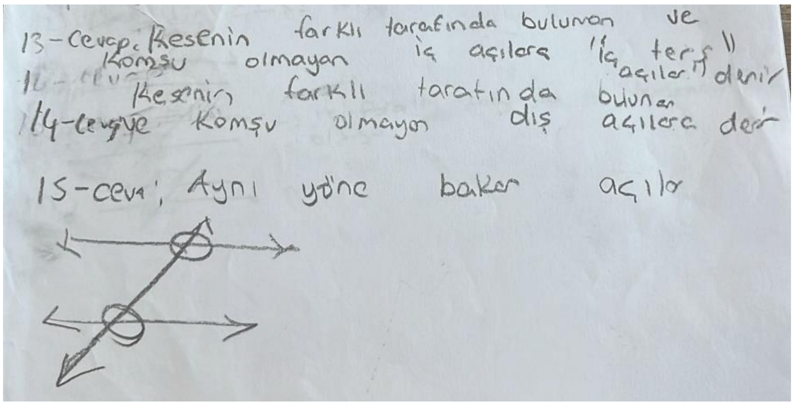
Şekil 4.18: Ö63’ün vermiş olduğu yanıt

Öğrencinin tanımı doğru ve yeterlidir. "İki doğrunun kesişmesiyle oluşan karşılıklı açılara ters açılar denir" ifadesi, ters açıların temel özelliğini doğru bir şekilde ifade etmektedir.

Öğrencinin çizimi incelendiğinde BD’nin bir doğru gibi çizilmediği görülmektedir. Bu durumda öğrencinin kesişen doğrulara ilişkin açıklama yapmamış olması ters açılara ilişkin kavram eksikliği olduğuna bir işarettir. Bu durum, öğrencinin zihninde ters açılara ilişkin eksik bir şekilsel imaj oluştuğunu göstermektedir.

Öğrenci, tanımında ve çiziminde ters açıların temel özelliğini (karşılıklı olmaları) göstermiştir. Ancak, ters açıların ölçülerinin eşit olduğunu açıkça belirtmemiştir. Bu, öğrencinin bu özelliği bildiğini varsayabiliriz ancak bunu sözel olarak ifade etmemiş olması, bu özelliği tam olarak içselleştirmediğini düşündürmektedir.

13,14 ve 15. Sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde çok az öğrencinin yanıt verdiği görülmektedir. Bu sorular birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 4.19: Ö74'ün verdiği yanıt

Öğrencinin 13. soruya verdiği tanım "kesenin farklı tarafında bulunan ve komşu olmayan iç açılar" şeklindedir. Bu tanımla öğrenci, iç ters açıların temel özelliklerini doğru bir şekilde ifade etmiştir. "Kesenin farklı tarafında" ifadesi, açıların kesen doğrusunun zıt taraflarında olduğunu belirtir. "Komşu olmayan" ifadesi ise, açıların ortak bir kenara sahip olmadığını vurgulamaktadır. "İç açılar" ifadesi ise, açıların paralel doğruların arasında kaldığını belirtir. Bu ifadeler, öğrencinin kavramsal olarak da iç ters açıları anladığını göstermektedir.

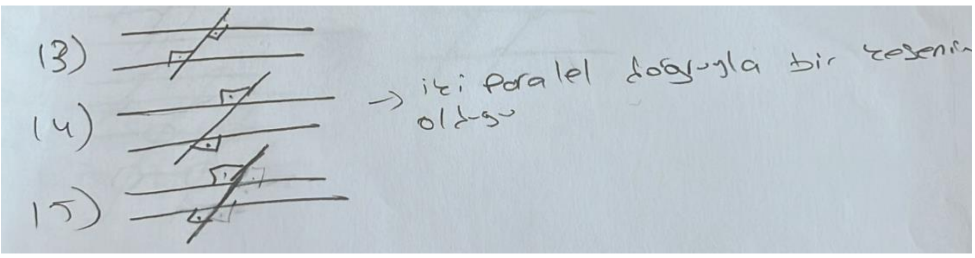
Öğrencinin 14. Soruya verdiği tanım "Kesenin farklı tarafında bulunan dış açılara dış ters açılar denir." şeklindedir. Bu tanım kısmen doğrudur, ancak eksiktir. Tanımda "komşu olmama" şartı belirtilmemiştir. Bu eksiklik, öğrencinin dış ters açıların tam tanımını kavramadığını göstermektedir. Dış ters açılar, kesenin farklı taraflarında bulunan ve komşu olmayan dış açılardır.

Öğrencinin 15. soruya verdiği tanım "Aynı yöne bakan açılar" şeklindedir. Bu tanım eksiktir. Yöndeş açıların tanımı "Kesenin aynı tarafında bulunan ve paralel doğruların aynı tarafında kalan açılar" şeklindedir. Öğrencinin tanımında "kesenin aynı tarafında" ifadesi eksiktir. Bu eksiklik, öğrencinin yöndeş açıların tam tanımını kavramadığını göstermektedir. "Aynı yöne bakmak" ifadesi sezgisel olarak doğru bir yönü işaret etse de matematiksel olarak yeterince doğru değildir.

Örnek olarak gösterdiği çizimde iki paralel doğruyu kesen bir doğruyu ve oluşan yöndeş açıları göstermektedir. Çizimin doğruluğu, öğrencinin yöndeş açıların şekilsel bir imgeye sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrencinin çizimi genellikle doğru olsa da tanımın eksik olması nedeniyle şekilsel ve kavramsal kavramlar arasında tam bir uyum yoktur. Öğrenci görsel olarak yöndeş açıları doğru bir şekilde gösterebilse de tanımında "kesenin aynı tarafında" şartını belirtememesi, kavramsal anlamada bir eksiklik olduğunu göstermektedir.

Fischbein'in şekilsel kavram teorisine göre şekilsel kavram kısmen doğru olsa da kavramsal olarak önemli bir eksiklik olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrenci yöndeş açıların şekilsel imgesine sahip gibi görünse de tanımında "kesenin aynı tarafında" şartını belirtememesi, bu kavramı tam olarak anlamadığını göstermektedir. Bu durum, öğrencinin şekilsel ve kavramsal kavramları arasında tam bir bağlantı kuramadığını ve bu kavramları tam olarak bütünleştiremediğini göstermektedir.



Şekil 4.20: Ö93'ün verdiği yanıt

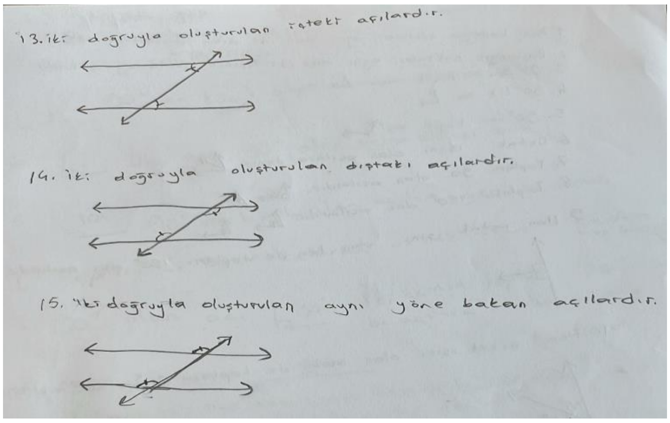
Öğrenci, soruların tanımlarını yapması istendiği halde sadece çizimlerle cevap vermiştir. Bu durum, öğrencinin şekilsel kavramlara odaklandığını ve kavramsal olarak eksiklikler olduğunu göstermektedir. Öğrenci, açı türlerinin görsel temsillerini doğru bir şekilde çizebilmektedir, bu da şekilsel kavramlara hâkim olduğunu göstermektedir. Ancak, bu açı türlerinin tanımlarını verememesi, kavramsal bilgi eksikliğini ve şekilsel bilgiyi kavramsal bilgiyle ilişkilendirmede zorluk yaşadığını göstermektedir.

13. soruda öğrenci, iç ters açıların şekilsel imgesini doğru bir şekilde yansıtabilmiştir. Ancak, tanımını verememesi, "kesenin farklı tarafında bulunan ve komşu olmayan iç açılar" gibi temel kavramları ifade edemediğini göstermektedir.

14. soruda da önceki analizde belirttiğimiz gibi, "komşu olmama" şartının çizimde net bir şekilde gösterilip gösterilmediği önemlidir. Sadece çizime bakarak, öğrencinin bu şartı tam olarak anlayıp anlamadığını belirlemek zordur. Tanımın olmaması, "komşu olmama" şartının kavramsal olarak anlaşılamadığını destekler niteliktedir.

15. soruda "kesenin aynı tarafında" olma şartının çizimde net bir şekilde gösterilip gösterilmediği önemlidir. Tıpkı dış ters açılarda olduğu gibi, sadece çizim, öğrencinin bu şartı tam olarak anlayıp anlamadığını göstermez. Tanımın eksikliği, bu şartın kavramsal olarak eksik anlaşıldığını göstermektedir.

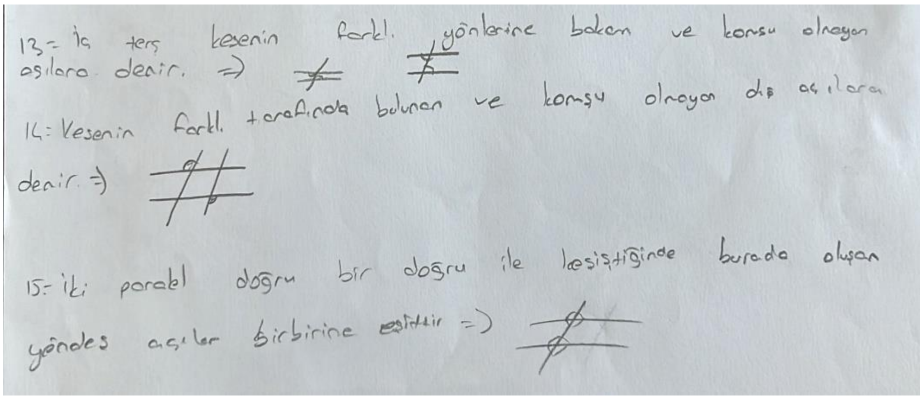
Fischbein'in şekilsel kavram teorisine göre, öğrenci kısmen şekilsel olarak açı türlerini gösterebilmekte ancak bunları tanımlayamamaktadır. Açı türlerinin özelliklerini ifade edememiş ve aralarındaki ilişkileri tam olarak anlayamamıştır. Bu da şekilsel olarak bir imaj oluşturduğunu fakat kavramsal olarak eksik olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.21: Ö28'nin verdiği yanıt

Şekil 4.21'deki öğrencinin çizimleri ve kısmi tanımları, Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde incelendiğinde, öğrencinin açı türleri hakkında belirli bir şekilsel imgeye sahip olduğu ancak kavramsal imgesinin tam olarak gelişmediği görülmektedir. Öğrenci, paralel iki doğruyu kesen bir doğru (kesen) çizerek açıların oluşumunu görsel olarak doğru bir şekilde temsil etmiştir. Ancak, tanımlarındaki eksiklikler ve çizimlerdeki bazı belirsizlikler, kavramsal anlayışında önemli boşluklar olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, "iç ters" ve "dış ters" açılar için verdiği tanımlar, açıların kesenin farklı taraflarında olduğunu belirtse de "komşu olmayan" ve "iç/dış" olma özelliklerini tam olarak yansıtmamaktadır. Çizimlerde ise iç ve dış açıların neresi olduğunu işaretlememesi, bu kavramları tam olarak özümseyemediğini göstermektedir.

Yöndeş açılar için "aynı yöne bakan" ifadesi doğru bir sezgiyi yansıtsa da bu tanım yeterince kesin değildir ve çizimde hangi açıların yöndeş olduğunu belirtmemiştir. Bu durum, öğrencinin şekilsel imgelerinin kısmen gelişmiş olmasına rağmen, kavramsal imgelerinin henüz tam olarak oluşmadığını ve dolayısıyla şekilsel ve kavramsal imgeler arasında tam bir uyumun olmadığını göstermektedir. Öğrenci, açı türlerini görsel olarak tanıyabilmekte, ancak bu türlerin matematiksel tanımlarını ve özelliklerini tam olarak kavrayamamaktadır.



Şekil 4.22: Ö16’nın verdiği yanıt

Öğrencinin Şekil 4.22’deki cevapları, Fischbein’in Şekilsel Kavram Teorisi açısından değerlendirildiğinde, öğrencinin açı türleri konusunda bazı temel şekilsel imgelere sahip olduğu ancak kavramsal anlayışının eksik olduğu görülmektedir. İç ters açılar için "kesenin farklı yönlerine bakan ve komşu olmayan açılara denir" ifadesini kullanması, iç ters açıların temel özelliklerini kısmen doğru bir şekilde ifade ettiğini göstermektedir. "Kesenin farklı yönlerine bakan" ve "komşu olmayan" ifadeleri, iç ters açıların konumunu doğru bir şekilde belirtmektedir. Ancak, tanımda "iç" olma özelliğinin eksikliği, öğrencinin bu açıların kesilen doğruların arasında kaldığını tam olarak kavrayamadığını göstermektedir.

Benzer şekilde, dış ters açılar için de "kesenin farklı tarafında bulunan ve komşu olmayan dış açılara denir" ifadesini kullanması, dış ters açıların konumunu doğru belirtmesine rağmen, "dış" olma özelliğinin tanımda net bir şekilde yer almaması, öğrencinin bu açıların kesilen doğruların dışında kaldığını tam olarak anlamadığını göstermektedir.

Yöndeş açılar için ise "iki paralel doğru bir doğru ile kesiştiğinde burada oluşan yöndeş açılar birbirine eşittir" ifadesini kullanması, yöndeş açılarla ilgili kavramsal anlayışının diğer iki açı türüne göre daha gelişmiş olduğunu göstermektedir. Paralel doğruların varlığından bahsetmesi ve yöndeş açıların eşitliğini belirtmesi, bu açı türüyle ilgili daha doğru bir anlayışa sahip olduğunu düşündürmektedir. Ancak, "aynı yöne bakma" özelliğinin tanımda açıkça belirtilmemesi, bu anlayışın tam ve eksiksiz olmadığını göstermektedir.

Öğrencinin şekilsel imgeleri kısmen gelişmiş olsa da kavramsal imgeleri henüz tam olarak oluşmamıştır. Öğrenci, açıların konumlarını kısmen doğru bir şekilde ifade edebilmekte, ancak bu açı türlerinin tam tanımlarını ve özelliklerini, özellikle de "iç", "dış" ve "aynı yön" gibi temel kavramları tam olarak kavrayamamaktadır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki kavram imajları şekilsel kavram teorisi bağlamında incelenmesinden elde edilen bulgulara ilişkin tartışma, sonuç ve öneriler sunulmuştur.

5.1 Tartışma ve Sonuç

Araştırmaya konu olan açılar konusu matematik eğitiminin temel taşlarından birini oluşturmakta ve bu kavramın anlaşılması, öğrencilerin genel geometrik düşünme becerilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi bağlamında incelendiğinde, açı kavramının hem şekilsel (görsel, sezgisel) hem de kavramsal (tanımsal, soyut) boyutlarının öğrenciler tarafından nasıl algılandığı ve bu iki boyut arasındaki etkileşimin öğrenme süreçlerini nasıl etkilediği önem kazanmaktadır. Horzum'un (2017) belirttiği gibi, öğrencilerin açılarla ilgili zihinsel temsilleri, problem çözme yeteneklerini doğrudan etkilemektedir. Bu durum, Fischbein'in şekilsel kavram teorisiyle uyumlu olarak, öğrencilerin açı kavramına ilişkin zihinlerinde oluşturdukları şekilsel imajların (örneğin, dar açı, dik açı, geniş açı gibi prototipik örnekler) problem çözme stratejilerini ve kavramsal anlayışlarını nasıl yönlendirdiğini göstermektedir. Altun (2020)'un çalışması, öğrencilerin açıyı yalnızca bir ölçü olarak değil, aynı zamanda bir ilişki ve konumsal bir özellik olarak da algılamalarının önemini vurgulamaktadır. Bu bulgu, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal boyutların birbirini tamamlaması ve zenginleştirmesi gerektiği düşüncesini desteklemektedir. Öğrencilerin açıyı bir ilişki olarak algılamaları, açı kavramının daha soyut ve kavramsal yönünü anlamalarına yardımcı olurken, konumsal bir özellik olarak algılamaları ise şekilsel imajlarını zenginleştirmektedir. Horzum (2017)'un kavram haritalarının geometri öğretimindeki rolünü inceleyen çalışması, Fischbein'in şekilsel kavram teorisi açısından şöyledir: Kavram haritaları, açı kavramıyla ilgili farklı bilgilerin ve ilişkilerin görsel bir temsilini sunarak, öğrencilerin zihinlerinde daha tutarlı ve anlamlı bir şekilsel imaj oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. Bu görselleştirme, şekilsel ve kavramsal bilgi arasında köprü kurarak, kavramsal anlayışın derinleşmesine katkıda bulunmaktadır. Şahin (2023)'in çalışması ise, açı kavramının problem çözme stratejileri üzerindeki etkisini inceleyerek, öğrencilerin açıları kullanırken kavramsal anlayışlarının problem çözme yaklaşımlarını nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu durum, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal boyutların problem çözme sürecinde birlikte nasıl çalıştığını ve birbirini nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, açı kavramının şekilsel ve kavramsal boyutlarının birlikte ele alınması ve öğrencilerin bu iki boyut arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olacak öğretim stratejilerinin kullanılması, geometri öğretiminin etkinliğini artırabilir ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirebilecektir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi ile önemli paralellikler göstermektedir. Fischbein'a göre, geometrik kavramlar sadece görsel imgeler (şekiller) değil, aynı zamanda soyut tanımlar (kavramlar) içermektedir. Geometrik düşünme, bu iki bileşen arasındaki etkileşimle gerçekleşmektedir. Başarılı bir geometrik anlayış, şekil ve kavram arasında bir denge kurmayı gerektirmektedir. Bulgularımız, öğrencilerin açı kavramlarını anlamakta zorlandıklarını ve bu zorluğun Fischbein'ın şekilsel kavram teorisiyle açıklanabileceğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında sorular 4 gruba ayrılarak öğrencilerin açı kavramına ilişkin imajları şekilsel kavram teorisi çerçevesinde incelenmiştir.

Açı kavramının tanımının yapılması istenen 1.-2. sorulara öğrencilerin çoğunlukla açıyı tanımlayamadıkları gözlemlenmiştir. Tanım yapabilen az sayıdaki öğrenci ise açıyı genellikle "iki ışın arasında kalan bölge" veya "başlangıç noktaları aynı olan iki ışının oluşturduğu şekil" gibi statik tanımlarla ifade etmiştir. Bu bulgu, Gülkılık'ın (2008) çalışmasının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Gülkılık (2008) da öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada, adayların genellikle bu iki statik tanımdan birini kullanarak açı kavramını tanımladıklarını belirlemiştir.

Verilerin incelenmesi sonucunda, öğrencilerin çoğunlukla açı tanımı yapmak yerine açı çeşitlerini sıraladıkları veya şekiller çizerek açı kavramını ifade etmeye çalıştıkları görülmüştür. Açı kavramını sözel olarak tanımlamak yerine şekil çizerek ifade eden öğrenciler genellikle açıyı, ortak bir başlangıç noktasına sahip iki ışının oluşturduğu şekil olarak göstermişlerdir. Açı türlerini içeren 3.-5. Sorularda öğrencilerden dar, dik ve geniş açı türlerini tanımlamaları ve çizmeleri istenmiştir. Verilen yanıtlar incelendiğinde öğrenciler genel açı kavramını tanımlamakta zorlanırken, dar açı, dik açı ve geniş açı gibi özel açı türlerini kolayca tanımlayabilmişlerdir. Ancak, öğrencilerin çoğu geniş açıyı tanımlarken 180 dereceden küçük olması gerektiğini belirtmemiştir. Bu durum, öğrencilerin bu üç açı türünü (dar, dik, geniş) "küçük", "eşit" ve "büyük" şeklinde basit bir örüntü olarak ezberlediklerini ve bu nedenle anlamlı bir öğrenme gerçekleştirmediklerini düşündürmektedir. Öğrencilerin geniş açının 90 dereceden büyük olduğunu bilmeleri ancak 180 derece ile sınırlandırılması gerektiğini tam olarak kavrayamamaları kavramsal olarak eksik veya hatalı bir anlayış geliştirdiklerini göstermektedir.

Açı ilişkileri ve özelliklerini içeren 6.-10. Sorularda öğrencilerden komşu, tümler, bütünler, komşu tümler ve komşu bütünler açı türlerini tanımlamaları ve çizmeleri istenmiştir. Verilen yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin komşu açı kavramını tanımlarken günlük bir dil kullandıkları görülmektedir. Örneğin "birbirine bağlantılı olurlar", "yan yana olan açılardır", "komşu olan açılardır" gibi basit bir ifadeyle açıkladıkları görülmektedir. "Komşu" kavramını günlük hayattaki karşılığından hareketle açıklamalarda bulundukları görülmektedir.

Bir diğer bulgu da ise büyük çoğunluğun komşu tümler ile komşu bütünler açı türlerini tümler açı ve bütünler açı ile karıştırdığı görülmektedir. Örneğin komşu tümler ve komşu bütünler açıların tanımının ve çiziminin yapılması istenen sorulara öğrencinin yanıtı "komşu tümler açı 90 derecedir." veya "komşu bütünler açı 180 derecedir." şeklinde olduğu sıkça görülmektedir. Aynı şekilde çizimlerde de komşu tümler ve komşu bütünler açılar için ortak ışın kavramı belirtilmemiştir.

Paralel doğrular ve açı ilişkilerini içeren 11.-15. Sorularda öğrencilerden ters, iç ters, dış ters ve yöndeş açı türlerinde tanım yapmaları ve çizimle göstermeleri istenmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin cevapları incelendiğinde büyük çoğunluğun bu açı türlerini içeren soruları boş bıraktığı görülmektedir. Cevap verenler arasında ise genellikle şekil çizerek ifade etme eğiliminde oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma, Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi'nin geometrik öğrenme ve öğretimdeki önemini bir kez daha doğrulamaktadır. Fischbein'a (1993) göre, geometrik kavramlar yalnızca görsel imgeler (şekiller) değil, aynı zamanda soyut tanımlar (kavramlar) içermektedir. Etkili bir geometrik anlayış, şekil ve kavram arasında dinamik bir denge kurmayı gerektirmektedir. Çalışmamızda öğrencilerin açılarla ilgili sınıflandırma görevlerinde karşılaştıkları zorluklar, bu dengenin kurulamamasından kaynaklanmaktadır.

Tüm bulgular, geometrik kavram öğretiminde şekil ve kavram arasındaki dengeye daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin sadece görsel algılarına değil, aynı zamanda kavramsal anlamalarına da odaklanmalıdır.

Örneğin öğrencilerin açıları sınıflandırırken sıklıkla sadece görsel algılarına güvendiklerini, prototipik olmayan açılarda zorlandıklarını ve "dar", "dik" ve "geniş" gibi terimleri karıştırabildiklerini göstermiştir. Bu durum, Fischbein'ın teorisinde vurgulanan şekil ve kavram arasındaki dengenin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin "dar açı" kavramını genellikle "küçük bir açıklık" olarak algılamaları, Fischbein'ın şekilsel kavram teorisine göre, kavramsal anlayışın eksikliğine işaret etmektedir. Öğrenciler, açının 0° ile 90° arasında bir ölçüye sahip olduğunu tam olarak kavrayamadıklarında, sadece görsel bir izlenime dayanmaktadırlar. Bu durum, şekil bileşeninin kavram bileşenine baskın geldiği bir örnektir. Öğrenciler açının ölçüsünü kavramsal olarak anlamadıkları için sadece görsel bir niteliğe odaklanmaktadırlar.

"Dik açı" kavramı, genellikle bir köşenin tam olarak ikiye bölündüğü bir durum olarak algılanmaktadır. Bu algı, ilk bakışta hem şekilsel hem de kavramsal bir anlayışı içeriyor gibi görünse de öğrenciler dik açının farklı konumlarda nasıl görünebileceğini tam olarak kavrayamaya bilmektedirler. Fischbein'ın şekilsel kavram teorisi bağlamında, bu durum prototip imgesinin etkisini göstermektedir. Öğrencilerin zihnindeki "tam kare içindeki dik açı" prototipi, diğer durumlardaki dik açıları tanımalarını engelleyebilmektedir. Örneğin, eğik duran bir karenin köşesindeki dik açıyı tanımakta zorlanabilirler. Bu, şekil bileşeninin kavramsal esnekliği kısıtladığı bir örnektir. Zihinlerindeki prototip, kavramın genelliğini anlamalarını zorlaştırmaktadır.

Benzer şekilde, "geniş açı" kavramının "dar açının tam tersi olarak büyük bir açıklık" olarak algılanması da benzer bir sorunu ortaya koymaktadır. Öğrenciler, geniş açının 90° ile 180° arasında olduğunu kavramsal olarak anlamadıklarında, sadece görsel bir karşıtlığa odaklanmaktadırlar. Fischbein'ın şekilsel kavram teorisine göre, bu durum kavramsal derinliğin eksikliğini göstermektedir. Açının ölçüsünü anlamak yerine, sadece "büyük" veya "küçük" gibi görsel karşılaştırmalar yapmaktadırlar.

Öğrencilerin zihinlerinde dik açının "tam bir kare içinde gösterildiği" gibi bir prototip oluşturmaları, Fischbein'ın şekilsel kavram teorisi açısından önemli bir noktadır. Bu prototip imgesi, öğrencilerin diğer açılarla ilgili algılarını etkileyebilmekte ve kavramsal anlamayı engelleyebilmektedir. Bu durum, şekil bileşeninin kavram bileşenini nasıl baskılayabileceğini ve yanlış anlamalara yol açabileceğini göstermektedir. Bu prototip, zihinde o kadar güçlü bir yer edinmiştir ki, diğer şekillerdeki küçük farklılıkları görmezden gelmelerine neden olmaktadır.

Öğrencilerin "dar", "dik" ve "geniş" gibi terimlerin tam anlamlarını anlamamaları veya bu terimleri birbirine karıştırmaları da Fischbein'ın şekilsel kavram teorisiyle uyumlu bir bulgudur. Bu durum, kavramsal bilginin eksikliğini ve şekilsel algıya aşırı güvenmeyi göstermektedir. Bu terimlerin tanımlarını ve ölçülerini tam olarak öğrenmeleri, şekil ve kavram arasında daha dengeli bir anlayış geliştirmeleri için önemlidir. Öğrencilerin açının sadece bir şekil olduğunu düşünmeleri ve onun ölçüsüyle ilgili kavramsal bilgileri göz ardı etmeleri, bu teorinin temel savını desteklemektedir.

Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi, geometri öğretiminde kavramsal anlayışın derinleştirilmesi için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Sharma (2019)'nın vurguladığı gibi, bu teori geometrik figürlerin sadece soyut kavramlar olmadığını, aynı zamanda içsel bir figür doğasına sahip olduğunu savunmaktadır. Bu durum, Miragliotta ve Baccaglini-Frank (2021)'ın dinamik geometri ortamlarında geometrik tahmin yeteneğinin incelenmesiyle desteklenmektedir. Dinamik ortamlar, öğrencilerin geometrik şekilleri manipüle ederek görsel sezgilerini ve şekilsel kavramlarını geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu etkileşim, Fischbein'in şekilsel kavram teorisinin temelini oluşturan şekilsel ve kavramsal yönler arasındaki ilişkinin anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Öğrenciler, şekilleri dönüştürerek, büyüterek veya farklı açılardan inceleyerek, kavramların farklı temsillerini deneyimler ve bu da zihinlerindeki kavram imajlarını zenginleştirmektedir. Vodušek ve Lipovec (2014)'in çalışması, şekil kavramlarının tanımlanması ve zihinsel imajların incelenmesi yoluyla, Fischbein'in şekilsel kavram teorisi ile Vinner ve Tall'ın kavramları arasındaki farklılıkları ortaya koyarak, geometrik kavramların algılanmasının ve şekil kavramlarının oluşumunun önemini vurgulamaktadır. Bu farklılıkların anlaşılması, öğrencilerin geometrik kavramları nasıl edindiklerini ve zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Tsamir ve Tirosh (2008)'un öğretmen eğitiminde farklı teorilerin bir arada kullanılmasının önemine ilişkin vurgusu, Fischbein'in şekilsel kavram teorisinin öğretmen eğitimi bağlamında nasıl kullanılabileceğine ışık tutmaktadır. Öğretmenlerin, kavramların hem kavramsal tanımlarını hem de şekilsel imajlarını anlamaları, öğrencilerin olası zorluklarını ve kavram yanılgılarını öngörmelerine ve uygun öğretim stratejileri geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Bu durum, Sharma (2019) tarafından da desteklenmekte ve geometrik figürlerin öğretiminde figürün doğası ve kavramsal anlayış arasındaki ilişkinin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi'nin geometrik öğrenme ve öğretimdeki önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Fischbein (1993), geometrik kavramların yalnızca görsel imgeler (şekiller) olmadığını, aynı zamanda soyut tanımlar (kavramlar) içerdiğini savunmuştur. Bu teoriye göre, etkili bir geometrik anlayış, şekil ve kavram arasında dinamik bir denge kurmayı gerektirmektedir. Öğrenciler, geometrik bir kavramı öğrenirken hem bu kavramın görsel temsilini (örneğin, bir açının görüntüsü) hem de kavramsal tanımını (örneğin, açının ölçüsü ve özellikleri) anlamalıdır. Bulgularımız, öğrencilerin açılar konusundaki sınıflandırma görevlerinde karşılaştıkları zorlukların, Fischbein'ın bu temel prensibiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Fischbein'ın Şekilsel Kavram Teorisi, öğrencilerin geometrik kavramları anlamlandırma süreçlerinde iki temel bileşenin etkileşimini vurgular: şekilsel bileşen (figural component) ve kavramsal bileşen (conceptual component). Şekilsel bileşen, geometrik nesnelerin görsel ve uzamsal özelliklerini ifade ederken, kavramsal bileşen, bu nesnelerin tanımlarını, özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri içermektedir. Öğrencilerin bir geometrik kavramı tam olarak anlamaları için bu iki bileşeni de bütünleştirmeleri gerekmektedir.

Çalışmamızda gözlemlenen, öğrencilerin açıları sınıflandırırken karşılaştıkları zorluklar, bu iki bileşen arasındaki dengenin kurulamamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, öğrenciler bir açının "dar" veya "geniş" olarak sınıflandırılmasında sadece görsel algılarına dayanabilmektedirler. Bu durumda, açının ölçüsü gibi kavramsal bilgiler göz ardı edilmektedir. Fischbein'ın şekilsel kavram teorisine göre bu, şekilsel bileşenin kavramsal bileşene baskın geldiği bir durumdur. Öğrenciler, açının ölçüsünü (örneğin, 0° ile 90° arasında olma durumu) kavramsal olarak tam olarak anlamadıklarında, sadece görsel bir izlenime dayanarak sınıflandırma yapmaya çalışmaktadırlar. Benzer şekilde, dik açının farklı yönlerdeki gösterimlerinde zorluk yaşamaları, zihinlerindeki prototip dik açı imgesinin (genellikle yatay ve dikey çizgilerin kesişimi) diğer gösterimleri engellemesinden kaynaklanabilmektedir. Bu durum da şekilsel prototipin kavramsal esnekliği kısıtladığının bir göstergesidir.

Geometri eğitiminde açılar konusu, öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini geliştirmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi perspektifinden bakıldığında, açı kavramının hem şekilsel (görsel, sezgisel) hem de kavramsal (tanımsal, soyut) boyutlarının etkileşimi, öğrenme süreçlerini derinden etkilemektedir. Taylan ve Aydın (2018)'ın vurguladığı gibi, açılarla ilgili kavram yanılgıları, öğrencilerin geometrinin diğer alanlarında da zorluklar yaşamasına neden olmaktadır. Bu durum, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal bilgi arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanabilmektedir. Öğrencilerin zihnindeki şekilsel imajlar (örneğin, dar açı, dik açı, geniş açı gibi prototipik örnekler) ile kavramsal tanımlar (örneğin, "açı, iki ışının ortak bir noktadan çıkmasıyla oluşan geometrik şekildir") arasında bir çelişki olduğunda, kavram yanılgıları ortaya çıkabilmektedir. Yumiati (2023)'nin geleneksel oyunların matematik eğitiminde kullanımı üzerine yaptığı araştırma, Fischbein'in şekilsel kavram teorisiyle şu şekilde ilişkilendirilebilmektedir: Geleneksel oyunlar, öğrencilerin geometrik kavramları somut deneyimler aracılığıyla öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Bu somut deneyimler, öğrencilerin zihinlerinde daha zengin ve anlamlı şekilsel imajlar oluşturmalarına yardımcı olur ve bu da kavramsal anlayışlarını desteklemektedir. Kusno ve Sutarto (2022)'nun açı ve üçgen tanımlarıyla ilgili yanlış anlamaların geometrik kavramların öğrenilmesini olumsuz etkilediği yönündeki bulgusu, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel-kavramsal uyumsuzluğun öğrenme üzerindeki olumsuz etkisini bir kez daha vurgulamaktadır. Xu ve arkadaşlarının (2020) araştırması ise, farklı öğretim yaklaşımlarının açısal öğrenmeyi nasıl etkilediğini göstererek, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal boyutların öğretim yöntemleriyle nasıl desteklenebileceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Geometrik akıl yürütme üzerine yapılan çalışmalar (Hamami ve Amalric, 2023; Dillon ve Spelke, 2018; Mamolo ve Glynn-Adey, 2023; Uclés ve Ruiz-Hidalgo, 2022; Mao ve arkadaşları, 2017; Lei ve diğerleri, 2023; Aphrodite ve Panaoura, 2021; Kusno ve Sutarto, 2022; Zuhri ve arkadaşları, 2023; Fijayanti, 2023; Güzeller, 2018) ise, geometrik akıl yürütme süreçlerinin bilişsel, teknolojik ve kültürel boyutlarını ele alarak, Fischbein'in şekilsel kavram teorisinin daha geniş bir bağlamda nasıl uygulanabileceğini göstermektedir. Özellikle, dokunsal modeller, dinamik geometri yazılımları ve kültürel uygulamalar, öğrencilerin şekilsel imajlarını zenginleştirmelerine ve kavramsal anlayışlarını derinleştirmelerine yardımcı olarak, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal bilgi arasındaki dengeyi desteklemektedir. Sonuç olarak, açıların öğretiminde ve geometrik akıl yürütmenin geliştirilmesinde, Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi önemli bir çerçeve sunmaktadır. Öğretim yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, somut deneyimlerin kullanılması, kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik stratejilerin geliştirilmesi ve teknolojik araçların etkin kullanımı, bu teorinin pratik uygulamaları olarak değerlendirilebilmektedir.

Geometri eğitiminde tanım ve imge kavramları, öğrencilerin geometrik fikirleri nasıl kavradıklarını ve muhakeme becerilerini nasıl geliştirdiklerini anlamak için kritik öneme sahiptir. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi perspektifinden bakıldığında, geometrik kavramların hem şekilsel (görsel, sezgisel imge) hem de kavramsal (tanım, soyut bilgi) boyutlarının etkileşimi, öğrenme süreçlerinin temelini oluşturmaktadır. Kusno ve arkadaşlarının (2021) çalışması, çizim ve yazma süreçlerinin kavram imgesi oluşumundaki rolünü vurgulayarak, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal bilginin birbirini nasıl tamamladığını göstermektedir. Öğrencilerin geometrik şekilleri çizerek ve özelliklerini yazarak ifade etmeleri hem şekilsel imajlarını zenginleştirmelerine hem de kavramsal bilgilerini derinleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu süreç, Fischbein'in "kavram imgesi" olarak adlandırdığı zihinsel temsillerin oluşumunu desteklemektedir. Solaiman ve arkadaşlarının (2017) Van Hiele düzeyleri üzerinden yaptığı çalışma, öğrencilerin geometrik kavramları anlamalarında yaşanan zorlukları ortaya koyarak, etkili kavram tanımı ve imgesinin önemini vurgulamaktadır. Bu zorluklar, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki şekilsel ve kavramsal bilgi arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanabilmektedir. Öğrencilerin zihnindeki şekilsel imajlar, kavramsal tanımlarla örtüşmediğinde, öğrenme zorlukları ve kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır. Podaeva ve Agafonov (2020)'un sosyokültürel yaklaşımı, işbirlikçi öğrenme ortamlarının kavram imgelerinin gelişimini nasıl desteklediğini göstererek, Fischbein'in şekilsel kavram teorisine önemli bir katkı sağlamaktadır. İşbirlikli öğrenme, öğrencilerin farklı şekilsel imajları ve kavramsal anlayışları paylaşarak, kendi zihinsel temsillerini zenginleştirmelerine ve daha derin bir anlayış geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Baidoo ve Baidoo (2023)'nun çalışması, öğrencilerin geometrik diyagramları önceki bilgilerine bağlamakta yaşadıkları zorlukları ortaya koyarak, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki "şekilsel-kavramsal uyumsuzluk" kavramını desteklemektedir. Öğrencilerin yeni geometrik bilgileri mevcut şekilsel imajlarıyla ilişkilendirememesi, öğrenme zorluklarına yol açmaktadır. Taylan ve Aydın (2018), Malatjie (2019), Noor ve Alghadari (2021) ve Bayaga ve arkadaşlarının (2021) çalışmaları, kavram tanımının, kavram haritalamanın ve farklı soyutlama seviyelerinde bilgi gerçekleştirmenin önemini vurgulayarak, Fischbein'in şekilsel kavram teorisindeki kavramsal bilginin önemini desteklemektedir. Kavram haritaları gibi görsel araçlar, öğrencilerin farklı kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirmelerine ve zihinlerinde daha tutarlı bir şekilsel imaj oluşturmalarına yardımcı olmaktadır.

Sonuç olarak, geometri eğitiminde tanım ve imge kavramlarının birlikte ele alınması ve öğrencilerin şekilsel ve kavramsal bilgi arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olacak öğretim stratejilerinin kullanılması, Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde öğrenme süreçlerini destekleyebilir ve öğrencilerin geometrik muhakeme becerilerini geliştirebilmektedir.

5.2 Öneriler

Fischbein'e göre, geometri öğreniminde şekillerle ilgili kavramların tam olarak anlaşılması, öğrencilerin bu iki unsuru bir arada düşünebilmelerine bağlıdır. Ancak bu ilişki, kendiliğinden gelişen bir durum değildir. Öğretmenler, öğrencilerin kavram ve şekiller arasındaki bağlantıyı kurabilmeleri için özel olarak tasarlanmış etkinlikler sunmalıdır.
Geometri öğreniminde temel kabul edilen nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve açı gibi kavramlar, diğer birçok geometrik kavramın temelini oluşturur. Bu nedenle, geometri öğretiminde sadece şekillerin görsel özellikleri değil, bu şekillerin altında yatan kavramsal yapılar da vurgulanmalıdır. Nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve açı gibi kavramlar birbirleriyle yakından ilişkilidir ve bir kavramdaki yanlış öğrenme, diğer kavramların da yanlış anlaşılmasına neden olabilecektir.

Yapılan araştırmalar, öğrencilerin geometrik kavramları tam olarak tanımlamakta zorlandıklarını ve matematiksel dil ile terimleri doğru bir şekilde kullanamadıklarını ortaya koymuştur. Türk eğitim sisteminde geometri öğretiminde tanımlara yeterince önem verilmese de bu araştırma sonuçları tanımların öğrenme sürecinde büyük bir rol oynadığını göstermektedir. Öğrencilerin geometrik kavramları tanımlarken aktif olarak düşünmeye teşvik edilmesi ve matematiksel dilin doğru kullanımı üzerinde durulması, öğrencilerin bu kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olacaktır.

Vinner (1983), bir öğrencinin bir nesnenin adını söylemesinin, o kavramı tam olarak anladığı anlamına gelmediğini belirtir. Öğrencinin kavramla ilgili zihnindeki resmi anlamak için, klasik anlatım yöntemleri yerine farklı sorular sorulması gereklidir. Soru sorma, öğretim sürecinde kritik bir rol oynamaktadır ve öğrencinin bir kararı verirken kavramın içeriğine mi yoksa dış görünüşüne mi odaklandığını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Etkili öğrenme için bilgilerin tekrar edilmesi, üzerinde düşünülmesi, deneyimlenmesi ve pratiğe dökülmesi şarttır. Bu adımların tamamının izlendiği bir süreç, etkili öğrenmeye giden yolda önemli bir ilerleme sağlayacaktır.

Öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini geliştirmede en kritik nokta, kavramların ve şekillerin yanı sıra, bu kavramların birbirleriyle olan bağlantılarının da derinlemesine anlatılmasıdır. Öğretim sürecinde, nokta ile doğru, doğru parçası ile geometrik şekiller ve ışın ile açı arasındaki ilişkiler mutlaka vurgulanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Alaylı, F. (2023). Ortaokul matematik öğretmen adaylarinin geometrik cisimlere ilişkin algilarinin ve ilişkilendirmelerinin incelenmesi. Trakya Eğitim Dergisi, 13(3), 2148-2164. https://doi.org/10.24315/tred.1343358

Altun, S. (2020). Öğretmen adaylarinin öklid geometride hatalara yaklaşimlarinin incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, (41), 44-66. https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.802667

Aphrodite, M. and Panaoura, A. (2021). Young students ability on understanding and constructing geometric proofs. Social Education Research, 121-133. https://doi.org/10.37256/ser.222021784

Baidoo, S. and Baidoo, J. (2023). Parallelism and transversals in geometry: experiences of fresh senior high school graduates into teacher education. Journal of Mathematics and Science Teacher, 3(1), em025. https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/12641

Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. Milli Eğitim Dergisi, 149(7), 25 Eylül 2017'de http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/milli_egitim_dergisi/149/baki.htm

Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, 2, 843-908.

Bayaga, A., Bossé, M., and Sevier, J. (2021). Conceptual misunderstanding: on the interplay of understanding and misunderstanding in geometry. Universal Journal of Educational Research, 9(8), 1511-1520. https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090803

Biber, Ç., Tuna, A. and Korkmaz, S. (2013). The mistakes and the misconceptions of the eighth-grade students on the subject of angles. European Journal of Science and Mathematics Education, 1(2), 50-59.

Bütüner, S. and Filiz, M. (2016). Exploring high-achieving sixth grade students' erroneous answers and misconceptions on the angle concept. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 48(4), 533-554. https://doi.org/10.1080/0020739x.2016.1256444

Clements, D. H. and Battista, M. T. (1989). Learning of geometric concepts in a Logo environment. Journal for Research in Mathematics Education, 450-467.

Clements, D. H. and Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. Handbook of research on mathematics teaching and learning, 420-464.

Çakıroğlu, E. (2013). Matematik kavramlarının özelliklerinin. BEN. O. Zembat, MF Özmantar, E. Bingölbali, H. Şandır, A. Delice (Ed), Tanımları ve gelişmelerle ilgili gelişmelerle ilgili kavramlar kitabı içinde (s. 1-13). Ankara: Pegem Akademi.

Dane, A., and Başkurt, H. (2011). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin doğru parçası, doğrusallık, ışın ve açı kavramlarını algılama düzeyleri. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(2), 85-104.

Devichi, C. and Munier, V. (2013). About the concept of angle in elementary school: misconceptions and teaching sequences. The Journal of Mathematical Behavior, 32(1), 1-19.

Dillon, M. and Spelke, E. (2018). From map reading to geometric intuitions.. Developmental Psychology, 54(7), 1304-1316. https://doi.org/10.1037/dev0000509

Doyuran, G. (2014). Ortaokul öğrencilerinin temel geometri konularında sahip oldukları kavram yanılgıları (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. C. Mammana and V. Villani (Eds.), Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century an ICMI study (p. 37-51). Dordrecht: Springer Science+Business Media.

Fijayanti, N. (2023). Exploration of ethnomathematics in saung ranggon of cikedokan village cikarang barat through geometry learning. Mathline Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika, 8(3), 1005-1020. https://doi.org/10.31943/mathline.v8i3.491

Fischbein, E. and Nachlieli, T. (1998). Concepts and figures in geometrical reasoning. International Journal of Science Education, 20(10), 1193-1211. doi: http://dx.doi.org/10.1080/0950069980201003

Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. Educational Studies in Mathematics, 24(2), 139-162. doi: http://dx.doi.org/10.1007/BF01273689

Fujita, T. and Jones, K. (2003). The place of experimental tasks in geometry teaching: learning from the textbook designs of the early 20thcentury. Research in Mathematics Education, 5(1), 47-62. https://doi.org/10.1080/14794800008520114

Fujita, T. and Jones, K. (2007). Learners' understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: towards a theoretical framing. Research in Mathematics Education, 9(1), 3-20. https://doi.org/10.1080/14794800008520167

Gal, H., and Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. Educational Studies in Mathematics, 74(2), 163-183.

Gülkılık, H. (2008). Öğretmen adaylarının bazı geometrik kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının ve imaj gelişiminin incelenmesi üzerine fenomenografik bir çalışma (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Güzeller G. (2018). 5 Ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Şekilsel Kavram Teorisi Çerçevesinde Temel Geometrik Kavramları Anlamlandırmasının İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2018.

Hamami, Y. and Amalric, M. (2023). Going round in circles: a cognitive bias in geometric reasoning. https://doi.org/10.31234/osf.io/wbnzs

Hershkowitz, R. (1990). Psychological aspects of learning geometry. P. Nesher and J. Kilpatrick (Eds.), Mathematics and cognition: A research synthesis by the international group for the psychology of mathematics education (ICMI Studies, p. 70-95). Cambridge: Cambridge University Press. doi: https://doi.org/10.1017/CBO9781139013499.006

Hill, H. C. (2004). Professional development standards and practices in elementary school mathematics. The Elementary School Journal, 104(3), 215-231.

Horzum, T. (2017). The investigation of preservice mathematics teachers' knowledge about quadrilaterals through concept map. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (Turcomat).

Karataş, İ., Tunç, M., Demiray, E., and Yilmaz, N. (2016). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16(2). https://doi.org/10.17240/aibuefd.2016.16.2-5000194940

Karpuz, Y., Koparan, T., and Güven, B. (2014). Using figure and concept knowledge in geometry. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (Turcomat), 5(2). https://doi.org/10.16949/turcomat.16832

Katrancı, Y. (2023). Geometri öğretiminde manipülatif kullanımı.

Keiser, J. M. (2004). Struggles with developing the concept of angle: Comparing sixth-grade students' discourse to the history of the angle concept. Mathematical Thinking and Learning, 6(3), 285-306.

Lei, S., Guan, H., Jiang, J., Zeng, Y., and Rao, Y. (2023). A machine proof system of point geometry based on coq. Mathematics, 11(12), 2757. https://doi.org/10.3390/math11122757

Llinares, S. and Clemente, F. (2014). Characteristics of pre-service primary school teachers' configural reasoning. Mathematical Thinking and Learning, 16(3), 234-250. https://doi.org/10.1080/10986065.2014.921133

Malatjie, F. (2019). Exploring mathematics learners' conceptual understanding of coordinates and transformation geometry through concept mapping. Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, 15(12). https://doi.org/10.29333/ejmste/110784

Mamolo, A. and Glynn-Adey, P. (2023). Tangible connections within the mathematical horizon: exploring the dihedral calculator. ZDM, 55(4), 793-805. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01503-5

Mao, C., He, T., Peng, X., Liu, S., and Ge, Q. (2017). Development of a constrained automated geometry reasoning system. Destech Transactions on Engineering and Technology Research, (mimece). https://doi.org/10.12783/dtetr/mimece2016/9991

Mariotti, M. A. (1992). Geometrical reasoning as a dialectic between the figural and the conceptual aspects. Structural Topology 18(5), 9-18.

Mariotti, M. A. (1995). Images and concepts in geometrical reasoning. R. Sutherland, J. Mason (ed.), Exploiting mental imagery with computers in mathematics education. Berlin, Heidelberg: Springer.

Mariotti, M.A. and Fischbein, E. (1997). Defining in classroom activities. Educational Studies in Mathematics, 34, 219-248.

Mariotti, M. A., and Antonini, S. (2009). Breakdown and reconstruction of figural concepts in proofs by contradiction in geometry. In Proof and Proving in Mathematics Education, ICMI Study 19 Conference Proceedings (Vol. 2, pp. 82-87).

Mitchelmore, M. C., and White, P. (2000). Development of angle concepts by progressive abstraction and generalization. Educational Studies in Mathematics, 41(3), 209-238.

Miragliotta, E. and Baccaglini-Frank, A. (2021). Enhancing the skill of geometric prediction using dynamic geometry. Mathematics, 9(8), 821. https://doi.org/10.3390/math9080821

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

Noor, N. and Alghadari, F. (2021). Case of actualizing geometry knowledge in abstraction thinking level for constructing a figure. International Journal of Educational Studies in Mathematics, 8(1), 16-26. https://doi.org/10.17278/ijesim.797749

Öksüz, C. (2010). İlköğretim yedinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin nokta, doğru ve düzlem konularındaki kavram yanılgıları. İlköğretim Online, 9(2), 508-525.

Özcan, B. (2020). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik ve geometriye karşı tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 18(2), 926-939. https://doi.org/10.37217/tebd.794223

Özdemir Erdogan, E., and Dur, Z. (2014). Preservice mathematics teachers' personal figural concepts and classifications about quadrilaterals. Australian Journal of Teacher Education, 39(6), http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2014v39n6.1

Podaeva, N. and Agafonov, P. (2020). Geometry construction problems in electronic educational environment as a development means for the students' conceptual mental structure: socio-cultural approach. Propósitos Y Representaciones, 8(SPE3). https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8nspe3.712

Senemoğlu, N. (1998). Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya. Gazi Kitabevi.

Sharma, S. (2019). Use of theories and models in geometry education research: a critical review. Waikato Journal of Education, 24(1), 43-54. https://doi.org/10.15663/wje.v24i1.644

Solaiman, N., Magno, S., and Aman, J. (2017). Assessment of the third year high school students' van hiele levels of geometric conceptual understanding in selected secondary public schools in lanao del sur. Journal of Social Sciences (Coesandrj-Jss), 6(3), 603-609. https://doi.org/10.25255/jss.2017.6.3.603.609

Sutarto, S. (2022). Identifying and correcting students' misconceptions in defining angle and triangle. European Journal of Educational Research, volume-11-2022(volume-11-issue-3-july-2022), 1797-1811. https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1797

Şahin, M. (2023). The challenges faced by secondary school students in the concept of height and the opinions of mathematics teachers on this topic. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sbe Dergisi, 13(3), 1479-1502. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1272317

Tall, D., and Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. Educational Studies in Mathematics, 12(2), 151-169.

Taylan, R. and Aydın, U. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki hatalarının incelenmesi. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20(1), 33-49. https://doi.org/10.17556/erziefd.332981

Tsamir, P. and Tirosh, D. (2008). Combining theories in research in mathematics teacher education. ZDM, 40(5), 861-872. https://doi.org/10.1007/s11858-008-0142-8

Ubuz, B. (2004). Figural and conceptual aspects in defining and identifying polygons. Eurasian Journal of Educational Research (EJER), 16, 1-15.

Ubuz, B. (1999). 10th and 11th grade students' errors and misconceptions on basic geometric concepts. Hacettepe University Journal of Education, 16, 95-104.

Uclés, R. and Ruiz-Hidalgo, J. (2022). Reasoning, representing, and generalizing in geometric proof problems among 8th grade talented students. Mathematics, 10(5), 789. https://doi.org/10.3390/math10050789

Ulusoy, F. (2021). Prospective early childhood and elementary school mathematics teachers' concept images and concept definitions of triangles. International Journal of Science and Mathematics Education, 19(5), 1057-1078.

Üstün, I., and Ubuz, B. (2004). Student's development of geometrical concepts through a dynamic learning environment. In meeting of the 10th International Congress Mathematical Education, Copenhagen, Denmark. [Topic Study Group TSG-16] Retrieved February (Vol. 20, p. 2006).

Vinner, S., and Hershkowitz, R. (1980). Concept images and common cognitive paths in the development of some simple geometrical concepts. In Proceedings of The Fourth International Conference for the Psychology of Mathematics Education (pp. 177-184).

Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 14(3), 293-305.

Vinner, S. (1991). Advanced mathematical thinking. D. Tall (ed.), The role of definitions in teaching and learning (pp. 65–81). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vodušek, H. and Lipovec, A. (2014). The square as a figural concept. Bolema Boletim De Educação Matemática, 28(48), 430-448. https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a21

Xu, X., Chen, C., Ma, J., Zhao, X., Jiao, M., and Xin, Z. (2020). The use of a novel term helps preschoolers learn the concept of angle: an intervention study with chinese preschool children. Frontiers in Psychology, 11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.568388

Yenilmez, K. ve Yaşa, E. (2008). İlköğretim öğrencilerinin geometrideki kavram yanılgıları. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(2), 461- 483.

Yılmaz, S. (2011). 7. sınıf öğrencilerinin doğrular ve açılar konusundaki hata ve kavram yanılgılarının Van Hiele geometri anlama düzeyleri açısından analizi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi) Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yumiati, Y. (2023). Enhancing the ability of 'spatial nets' through outdoor learning-based on traditional game 'baju simi'. Jtam (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika), 7(4), 1054.

Zuhri, Z., Dewi, S., Kusuma, J., Rafiqoh, S., Mahuda, I., and Hamidah, H. (2023). Implementation of ethnomathematics strategy in indonesian traditional games as mathematics learning media. Journal of Innovation in Educational and Cultural Research, 4(2), 294-302. https://doi.org/10.46843/jiecr.v4i2.613

EKLER

EKLER

EK A: Etik kurul izin belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 17.01.2025-E.472456

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ETİK KOMİSYONU
ONAY BELGESİ

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Öğretim Üyesi Prof.Dr. Gözde AKYÜZ'ün danışmanlığını yürütmüş olduğu; 202112675003 numaralı Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Yüksek Lisans programı öğrencisi Helin ZİYANAK'ın "Ortaokul Öğrencilerinin Açılar Kavramına Yönelik Kavram İmajlarının İncelenmesi" başlıklı tez çalışmasının araştırmaları için etik kurul onay belgesi isteği komisyonumuzca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur. 13.01.2025

Komisyon Başkanı
Prof. Dr. Zafer ASLAN

Prof. Dr. Baki ÇİÇEK
Üye

Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA
Üye

Prof. Dr. Nursen AZİZOĞLU
Üye

EK B: MEB izin belgesi

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-99191664-605.01-96504852

Konu : Araştırma İzni

12/02/2024

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı Genelgesi.

b) Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğünün 22/01/2024 tarih ve 342343 sayılı yazısı.

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı	Helin ZİYANAK
Danışmanı	Doç Dr. Mehmet Ali KANDEMİR
Kurumu/Üniversite/Görev Yeri	Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Alan/Bölüm	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Tez,Araştırma veya Anketin Konusu	" Ortaokul Öğrencilerinin Açılar Kavramına Yönelik Kavram İmajlarının İncelenmesi "
Başvuru Tarihi	22.01.2024
Başvuru Sayısı	95179235
Komisyon Toplantı Tarihi	02.02.2024
Çalışma Başlama Tarihi	05.02.2024
Çalışma Bitiş Tarihi	24.05.2024
Veri Toplama Araçları	• Öğrencilerin Açılar Kavramındaki Hazırbulunuşluk Düzeylerinin Belirlenmesi
Araştırma Türü	Yüksek Lisans Tezi
ÇALIŞMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMLARININ LİSTESİ	
Balıkesir Altıeylül ilçesi ortaokul öğrencilerine uygulanacaktır.	

22/01/2024 tarihli araştırma izni başvurusu 21.01.2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelge kapsamında değerlendirilmiştir. Lisans, lisansüstü, TÜBİTAK çalışmalarına ve seminer ödevlerine veri toplamak amacıyla, araştırma önerisinin ve veri toplama araçlarının içerik ve kapsam yönünden Türk Millî Eğitiminin amaçlarına uygun olduğu, millî ve manevi değerlere aykırı ve kişilik haklarını zedeleyecek herhangi bir unsur taşımadığı görülmüştür.

Bakanlığımıza bağlı okul ve kurumlarda yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik izinleri ilgi (a) genelge gereğince yukarıdaki bilgileri belirtilen çalışmanın, eğitim kurumlarında, okul/kurum müdürlüklerinin denetiminde, öğrenci ve velilerin kişisel bilgilerinin alınmaması/ verilmemesi; **okul sınırları dâhilinde ses ve görüntü kaydı alınacağı için okul müdürü, öğretmen ve öğrenci velilerinden yazılı izin alınması** kaydıyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Kasaplar Mahallesi Sındırgı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için: Hasan KARADEMİR
Telefon No : (0 266) 277 10 49
Unvan : V.H.K.İ.
E-Posta: stratejigelistirme10@meb.gov.tr
İnternet Adresi: balikesir.meb.gov.tr
Faks: (0 266) 277 10 66
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 71f6-bf44-3781-8d71-ec75 kodu ile teyit edilebilir.

EK C: Veri toplama formu

ÖĞRENCİLERİN AÇILAR KAVRAMINDAKİ HAZIRBULUNUŞLULUK

DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Sevgili Öğrenciler,

Size sunulan ve cevaplandırmanız istenen testte verdiğiniz cevapların sonuçları ne olursa olsun okuldaki başarınızı etkilemeyecektir. Sadece eğitim üzerine yapılan bir araştırmada veri olarak kullanılacaktır. O nedenle rahat davranınız ve kağıda isminizi yazmayınız. Araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği için tüm soruları cevaplayınız ve verdiğiniz cevapların kendinize ait olmasına özen gösteriniz. Verdiğiniz cevapların nedenlerini açıklayınız.

Çalışmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür eder, başarılar dilerim.

Sınıf:

Cinsiyet:

Okul Adı:

Babanızın Eğitim Durumu:

( ) İlkokul ( ) Ortaokul ( ) Lise ( ) Üniversite ( ) Diğer

Annenizin Eğitim Durumu:

( ) İlkokul ( ) Ortaokul ( ) Lise ( ) Üniversite ( ) Diğer

SORULAR

1. Açı kavramını kendi cümlelerinizle açıklayınız.
2. ‘Açı’ kelimesini duyduğunuzda ne anlıyorsunuz, size neyi çağrıştırıyor?
3. Dar açıyı açıklayınız. Örnek bir dar açı çiziniz.
4. Dik açıyı açıklayınız. Örnek bir dik açı çiziniz.
5. Geniş açıyı açıklayınız. Örnek bir geniş açı çiziniz.
6. Komşu açı nedir? Komşu açı örneği çizin.
7. Tümler açı nedir? Tümler açı örneği çizin.
8. Bütünler açı nedir? Bütünler açı örneği çizin.
9. Komşu bütünler açı nedir? Komşu bütünler açı örneği çizin.
10. Komşu tümler açı nedir? Komşu tümler açı örneği çizin.
11. Ters açı nedir? Ters açı örneği çiziniz.
12. Ters açıların ölçüleri birbirine eşit midir? Cevabınızı şekil çizerek açıklayınız.
13. İç ters açı nedir? İç ters açı örneği çiziniz.
14. Dış ters açı nedir? Dış ters açı örneği çiziniz.
15. Yöndeş açı nedir? Yöndeş açı örneği çiziniz.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Helin ZİYANAK

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ İlköğretim Matematik Eğitimi	2021/2025
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2016/2020
Lise	Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2011/2015