T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

ÇOKGEN ÖĞRETİMİNDE DUVAL'İN BİLİŞSEL MODELİYLE HAZIRLANAN DERS ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR
ORCID: 0000-0002-9920-960X-

Danışman
Prof. Dr. Eşref HATIR
ORCID: 0000-0001-5643-2636

Konya – 2025

ÖN SÖZ

Derslerimde ve çalışmamda, bana yardımcı olan, her daim yol gösteren ve her konuda rehberlik eden saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Eşref HATIR ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışma konusunun seçilmesinde fikir aldığım ve her konuda yardımcı olan, bana değerli vakitlerinden ayıran sayın Prof. Dr. Erhan ERTEKİN ve Doç. Dr. Ayşe YAVUZ’ a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan, eğitim ve iş hayatım boyunca moral ve motivasyonlarını eksik etmeyen biricik annem Ayfer KUSKAN’ a, abim Burak ve yengem Pelin YEŞİLDAĞLAR’ a sonsuz teşekkürlerimi, saygı ve sevgilerimi sunarım.

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR
Ocak 2025

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ ... ii

İÇİNDEKİLER ... iii

TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU ... v

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ ... vi

TABLOLAR VE ŞEKİLLER DİZİNİ ... vii

KISALTMALAR ... x

ÖZET ... xi

ABSTRACT ... xii

1.GİRİŞ ... 1
- 1.1.Problem Durumu ... 3
- 1.2. Araştırmanın Amacı ... 7
- 1.3. Araştırmanın Önemi ... 8
- 1.4. Sayıltılar ... 9
- 1.5. Sınırlılıklar ... 9
- 1.6. Tanımlar ... 9

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR ... 11
- 2.1.İLGİLİ ARAŞTIRMALAR ... 33

3.YÖNTEM ... 42
- 3.1.Araştırmanın Modeli ... 42
- 3.2.Araştırmanın Evreni ve Örneklemi ... 43
- 3.3.Veri Toplama Araç ve Teknikleri ... 44
  - 3.3.1 Akademik Başarı Testi ... 44
- 3.4. Verilerin Toplanması ... 45
- 3.5. Verilerin Çözümlenmesi ... 46
- 3.6.İşlem Basamakları ... 54

4. BULGULAR ... 65
- 4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ... 65
- 4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ... 65
- 4.3.Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ... 66
- 4.4.Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ... 67

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER ... 68
- 5.1. Tartışma ve Sonuçlar ... 68
- 5.2. Öneriler ... 71

KAYNAKLAR ... 72

EKLER **78**

TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Çokgen Öğretiminde Duval'in Bilişsel Modeliyle Hazırlanan Ders Etkinliklerinin Öğrenci Başarısına Etkisi başlıklı tez çalışmamın toplam **95** sayfalık kısmına ilişkin, 5/02/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%23** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

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

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

5/02/2025

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR

Prof. Dr. Eşref HATIR

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

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

5/02/2025

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR

TABLOLAR VE ŞEKİLLER DİZİNİ

Tablo 1: Duval'e Göre Bilişsel Süreçler Arasındaki İlişki………………………………..18

Tablo 2: Görsel Algı ve Sözel Algı Arasındaki İlişki……………………………………...22

Tablo 3: Şekle Bakma Süreçlerinin Göstergeleri…………………………………….…31

Tablo 4: Matematiksel ve Acemi Davranış Biçimleri …………………………….....32

Tablo 5: Araştırma Deseni……………………………………………………………43

Tablo 6: Akademik Başarı Testinde Yer Alan Madde Güçlük Ve Madde Ayırıcılık İndeksleri……………………………………………………………………………45

Tablo 7: Deney ve Kontrol Gruplarının Akademik Başarı Testinden Aldıkları Shapiro Wilks Testi Sonuçları……………………………………………………………….47

Tablo 8: Deney Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Wilcoxon Testi Sonuçları……………………………………………………………………………..48

Tablo 9: Deney Grubunun Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapmaları…………………………………………………………….....49

Tablo 10: Kontrol Grubunun Ön Test- Son-Test Başarı Puanlarının Wilcoxon Testi Sonuçları……………………………………………………………………………..49

Tablo 11: Kontrol Grubunun Ön-Test Son-Test Başarı Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması………………………………………………………………………………50

Tablo 12: Deney ve Kontrol Grubunun Ön-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney-U Testi ile Karşılaştırılması…………………………………………………………....52

Tablo 13: Deney ve Kontrol Grubunun Son-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney-U Testi ile Karşılaştırılması……………………………………………………………53

Tablo 14: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Test ve Son-Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları……………………………………………………………….54

Tablo 15: Deney Grubu Ön-Test Ve Son-Test Puanlarına Ait Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri ……………………………………………………….……………….65

Tablo 16: Kontrol Grubunun Ön-Test Ve Son-Test Puanlarına Ait Aritmetik Ortalama Ve İstatistik Değerleri ………………………………………………………………………….66

Tablo 17: Deney ve Kontrol Grubuna Ait Son-Test Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri ……………………………………………………………………………..66

Tablo 18: Deney ve Kontrol Grubuna Ait Ön-Test Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri……………………………………..……………………………………67

ŞEKİLLER

Şekil 1: İkizkenar Üçgen Örneği……………………………………………………....12

Şekil 2: İkizkenar Üçgenin Açıortay ve Yüksekliği……………………………………….13

Şekil 3: İkizkenar Üçgenin Simetri Ekseni……………………………………………...14

Şekil 4: İkizkenar Üçgenin Taban Açıları Ve Kenarlarının Eşitliği……………………..14

Şekil 5: Görsel Algıya Örnek Bir Durum…………………………………………………20

Şekil 6: Görsel ve Sözel Algı Açısından Bir Geometrik Şeklin Ne Olduğuna Dair Soru.21

Şekil 7: DP, PQ ve QB Uzunlukları Arasındaki İlişki…………………………………….23

Şekil 8: Paralelkenarın Farklı Alt Şekilleri……………………………………………..24

Şekil 9: Taralı Dikdörtgenlerin Alanlarının Karşılaştırmasını İçeren Problem………..24

Şekil 10: ABCD Dikdörtgenini Oluşturan Bazı Şekiller…………………………………25

Şekil11: Pisagor Teoreminin Bir İspatı……………………………………………………26

Şekil 12: Dar Açılı Üçgen İçerisine Kare Yerleştirilmesi…………………………………26

Şekil 13: ABCD Paralelkenarı……………………………………………………………...27

Şekil 14: Sözel Algıdan Görsel Algıya Geçişi ……………………………………………..28

Şekil 15: ABCD Paralelkenarın Köşegenlerinin Birbirini Ortalaması…………………..28

Şekil 16: DGE, FGB, DGF ve EGB açıları…………………………………………………29

Şekil 17: FGB, BGD, DGF ve EGB Üçgenleri ………………………………………………..29

Şekil 18: DBEF Dörtgeni………………………………………………………………………30

GÖRSELLER

Görsel 1: Çokgen Örnekleri…………………………………………………………………...55

Görsel 2: Üçgenin İç Açılar Toplamının 180° Olduğunun Kağıt Materyali ile İspatı…..56

Görsel 3: Üçgenin İç Açılar Toplamının 180° Olduğunun Geogebra ile İspatı…………56

Görsel 4: Çokgenlerin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısını Bulma Üzerine Etkinlikler……………………………………………………………………………………56

Görsel 5: Çokgen ve Köşegenleri Oluşturmaya Dair Etkinlikler………………………...57

Görsel 6: Bir Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısının Geogebra ile Gösterilmesi…………………………………………………………………………………58

Görsel 7:Bir Çokgenin İç Açıları Toplamına Ait Bilgi Kutusu…………………………..58

Görsel 8: Bir Çokgenin Dış Açıların Toplamı Üzerine Geogebra Etkinlikleri...………..59

Görsel 9: Bir Çokgenin Dış Açılar Toplamına Ait Bilgi Kutusu…………………………59

Görsel 10: Düzgün Çokgenlere Ait Görseller…………………………………………...60

Görsel 11: Düzgün Olmayan Çokgenlere Ait Görseller...….………………..…………...60

Görsel 12: Çokgenlere Ait Formülleri İçeren Tablo……………………………………....61

KISALTMALAR

Kısaltmalar

Kısaltmaları, tez hazırlama kılavuzunda verilen açıklamaları dikkate alarak yazınız.

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

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

ABT: Akademik Başarı Testi

$\bar{x}$**:** Aritmetik Ortalama

N: Denek (Katılımcı Sayısı)

ÖZET

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

Çokgen Öğretiminde Duval'in Bilişsel Modeline Uygun Hazırlanan Ders Etkinliklerinin Öğrenci Başarısına Etkisi

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR

Bu araştırma çokgenler konusunun Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin, öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma deneysel bir çalışmadır. Araştırma modelini kontrol gruplu ön-test son-test yarı deneysel desen oluşturmuştur. Araştırma 2023-2024 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Karaman ili Merkez ilçesinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7.sınıf, 34 öğrenci ile 1 hafta sürecince gerçekleştirilmiştir.

Verilerin toplanmasında çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan akademik başarı testi kullanılmıştır. Dersler kontrol grubunda Millî Eğitim Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu ders kitabı kullanılarak geleneksel öğretim yöntemiyle, deney grubunda Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve etkinlikleri ile öğretim yapılmıştır. Öğretim süreci gerçekleşmeden öğrenci başarı düzeyini ölçmek amacıyla ön-test ve öğretim sürecinden sonra başarı düzeyini ölçmek için son-test yapılmıştır. Deneysel işlem sonrasında elde edilen veriler bağımlı örneklemler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, bağımsız örneklemler için Mann Whitney-U testi kullanılarak SPSS 27.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Ölçme araçları ile elde edilen puanların ortalaması istatiksel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın sonucunda çokgen öğretiminde Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve ders etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve ders etkinlikleri ile gerçekleşen öğretimin, geleneksel öğretim sürecine kıyasla öğrencilerin akademik başarıları üzerine daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Geometri eğitimi, çokgenler konusu, Duval' in Bilişsel Modeli, geometri etkinlikleri, geometri başarısı

Keywords: Geometry education, polygons topic, Duval's Cognitive Model, geometry activities, geometry succes

ABSTRACT

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

The Effect of Course Activities Prepared According to the Duval Cognitive Model in Polygon Teaching on Student Succes

Fatmanur YEŞİLDAĞLAR

This research was conducted to examine the effect of the teaching process of the subject of polygons, which was carried out with the lesson plan and activities prepared with Duval's Cognitive Model, on the academic success of the students. The research is an experimental study. The research model was created by a pre-test post-test quasi-experimental design with a control group. The research was carried out for 1 week with 34 7th grade students studying at a state secondary school in the Central District of Karaman Province in the second semester of the 2023-2024 academic year.

An academic achievement test consisting of 20 multiple-choice questions was used to collect data. The lessons were taught with the traditional teaching method using the textbook published by the Ministry of National Education in the control group, and with the lesson plan and activities prepared with Duval's Cognitive Model in the experimental group. A pre-test was conducted to measure the level of student success before the teaching process took place, and a post-test was conducted to measure the level of success after the teaching process. The data obtained after the experimental process were analyzed with the SPSS 27.0 package program using the Wilcoxon Signed Ranks Test for dependent samples and the Mann Whitney-U test for independent samples. The average of the scores obtained with the measurement tools was evaluated statistically.

As a result of the research, it was concluded that the lesson plan and course activities prepared with Duval's Cognitive Model in polygon teaching increased the academic success of the students. It was observed that the teaching carried out with the lesson plan and course activities prepared with Duval's Cognitive Model was more effective on the academic success of the students compared to the traditional teaching process.

Keywords: Geometry education, polygons topic, Duval's Cognitive Model, geometry activities, geometry succes

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Geometrinin insanlığa ve gelecek nesillere aktarılma ihtiyacı isteğinden doğan, geçmişten günümüze geometri öğrenme ve öğretme süreçleri üzerinde birçok araştırma ve nasıl geliştirilebileceği yönünde birçok çalışma yapılmıştır. Geometrinin soyut kavramlar içermesi sebebiyle öğrencilerin zihinlerinde şema oluşmasını zorlamaktadır. Matematiğin alt öğrenme alanlarından geometri ve ölçmenin öğretimdeki yeri oldukça önemlidir. Bu öneme binaen matematik öğretim programında, ilköğretimden ortaokuldaki her sınıf düzeyine kadar, geometri alt öğrenme kazanımları bulunur (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018).Geometrinin şekilden öte kavramsal yapısının temeli ilkokulda başlamaktadır. NCTM (Ulusal Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi) matematiğin en önemli öğrenme alanının geometri olduğunu belirtmiştir (Kepner, 2009).

Geometri öğrenme alanı kazanımları her sınıf düzeyinde sarmal ve kümülatif bir biçimde ilerlemektedir. Yani bir sınıf düzeyi, ileriki sınıf düzeylerinin alt yapısını oluşturmaktadır. Örneğin, 6. sınıf dörtgenler konusunda ‘’Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur ‘’ kazanımı varken, 7. sınıfta ‘’Dikdörtgen, paralelkenar, yamuk eşkenar dörtgeni tanır, açı özelliklerini belirler.’’ kazanımı vardır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018).

Geometri, öğrencinin bir öğrenme alanından elde edeceği kazanımdan öte zihinsel süreç ve becerilerini geliştirmede, analitik düşünme, sorgulama, yorumlama, muhakeme etme süreçleri üzerinde etkisi büyüktür. Bu bağlamda, öğrencinin bu yetkinliklere ulaşması için etkili bir öğretim yapmak esastır. Öğrencinin düzeyine, hazır bulunuşluğuna, ilgisine, ihtiyacına yönelik ders öğretim, yöntem, teknik, strateji ve modellerden faydalanılmalıdır. Öğrencinin psikolojik, sosyal, bilişsel ve fiziksel özelliklerine uygun öğretme ve öğrenme süreci gerçekleştirilmelidir. Geometri öğretiminde öğrencinin ezber öğrenmelerinden uzak, bilgiyi yapılandırdığı, geometrik tanım ve kavramları anlayarak öğrendiği, kavramlar arasında bağlantı kurabilmesi için gerekli öğrenme ortamı sağlanmalıdır (Akt. H. Karaca vd., 2020).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile değişen Matematik Öğretim Programı çerçevesinde 2024 Eylül ayından itibaren ilköğretim 5. sınıflarda yeni müfredat uygulanmaya başlanmıştır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile hazırlanan yeni müfredatta 5. sınıfın ilk teması geometrik şekillerdir. Bu temada öğrencilerin temel geometrik çizimleri yapabilmeleri, nokta, doğru, doğru parçası, ışın çizebilme yeterliliklerine ve öğrenme çıktılarına sahip olabilmeleri için öğretme öğrenme sürecinin matematiksel araç ve teknolojik gereçlerden yararlanması gerekliliği üzerinde durulmuştur. Geometri öğrenme alanını öğrencilerin zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırabilmeleri için ders planları, öğretimi destekleyecek somut ve teknolojik materyaller kullanılarak öğrenme çıktılarını zenginleştirmek faydalı olacaktır (MEB, 2024).

Geometriyi sadece matematiğin bir öğrenme alanı diye kısıtlamak doğru olmaz. Geometri, matematiğin öğrenme alanından ziyade öğrencinin uzamsal yeteneğini geliştirip, rasyonel ve akılcı düşünebilmesine katkı sağlar.

Matematiğin birçok öğrenme alanında geometrik şekiller, şemalar, modellemeler kullanılmaktadır. Örneğin, henüz denklem çözmeyi ve cebirsel ifadeleri bilmeyen alt kademedeki ortaokul öğrencilerine x bilinmeyenini temsilen kare, üçgen, daire vb. şekiller çizerek problem çözebilir. Okul öncesi, kreş seviyesindeki öğrencilere en basit haliyle kenar sayılarına göre üçgen, kare, beşgen gibi geometrik şekillerle oluşturulan oyuncaklar sınıflandırılabilir. Geometri matematiğin her alanında önümüze çıktığı gibi, ayrı düşünüldüğünde kendine ait terminolojik bir yapısı olan bilim dalıdır. Geometrinin kelime kökenine baktığımızda ‘geo’ yer, ‘metri’ ölçü anlamına gelmektedir. Yani geometri insanın etrafında gördüğü şekilleri doğru inşa edebilmesi ve anlamlandırabilmesi anlamına gelmektedir (Uslu, 2023).

Geometri öğretme sürecinde, öğrencilere aktif katılım sağlayacağı, zengin deneyim imkânı ile öğrenme ortamı sunmak, öğrencilerin öğrenme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Geçmişten günümüze gelişen teknoloji ile sınıflarda kullanılan materyallerde buna bağlı olarak zenginleşmiştir. Geometri bir görme işidir. Bununla ilgili Gauss geometriye ‘’bir göz bilimi’’ demiştir (Şan, 2012). Öğrencinin bir geometrik yapıyı görsel olarak algılaması daha kolay ve daha kalıcıdır. Örneğin, dikdörtgenler prizmasının temel elemanları çiziminden öğrenmesi ile dikdörtgenler prizma materyalinden öğrenmesi arasında anlamlı fark vardır. Bunun yanında prizmanın açılışı ve kapanışını gösteren bilgisayar destekli programlar öğrencinin inşa sürecini kolaylaştıracaktır. Yalnızca tanımı, kuralları ve özellikleri geleneksel sunuş yoluyla öğretmek öğrencinin ezber öğrenmeler yapmasına neden olmaktadır (Bintaş & Bağcivan, 2007). Ezbere öğrenmeler öğrencinin sınav başarısında etkili olsa da diğer geometrik kavramlarla ilişkilendirmesinde sıkıntı olmaktadır. Örneğin, karenin dikdörtgenin özel bir durumu olduğunu fark edemeyip, iki ayrı yapı olarak birbirinden bağımsız düşünmektedir. Geometri öğretiminde buluş yoluyla öğretim yapmak öğrencilerin bilgiyi doğrudan almak yerine, bilgiyi keşfetmesine, geometrik yapıyı hem somut olarak hem de zihninde inşa etmesinde fayda sağlamaktadır.

Öğrenciler geometriyi zor ve anlaşılmaz bir ders olarak görmektedir. Örneğin, ortaokul öğrencisinin ilkokuldaki yanlış ve eksik öğrenmelerinden kaynaklı var olan bilgisi ile yeni öğrendiği bilgiyi anlamlı olarak birleştirememesi, matematik öğretmenlerinin gerek bireysel gerek zaman ve mekândan kaynaklı geometri öğretme öğrenme sürecinde zorlanması, sadece ezber öğrenmeler gerçekleşmesi geometri dersinde başarısız olma sebepleri arasında gösterilebilir (Bilgin, 2003).

Bir durumu, bir bilgiyi öğrenebilmek için görsellik çok önemlidir. Günlük hayatımızda bir olayı anlatmak ile görselini göstermek arasında anlamlı bir fark vardır. Diğer disiplinlere baktığımızda da örneğin, fen bilimleri dersinde 'sindirim sistemi' konusunda sözel ifadelerin yanında materyaller ve bununla ilgili görseller ile desteklendiğinde öğrencilerin bu bilgiyi yapılandırması ve öğrenmesi çok daha kalıcı olacaktır. Bu nedenle, matematiğin öğrenme alanlarında ve geometride görselleştirme çok önemlidir. Görselleme, matematiksel düşünmede sözel ve kitaptaki yazılı ifadelere bir köprü kurup öğrencilerin matematiği anlamasında ve geometriyi anlamlandırmasında önemli bir araçtır. Görselleştirme ''deney dünyası'' ile ''akıl yürütme'' dünyası arasında bir köprü görevi kurmaktadır (Konyalıoğlu, 2003). Buradan hareketle geometriye dair öğrenme çıktılarını görselleştirip zenginleştirerek öğrencilerin derse karşı olumsuz tutumu değiştirilebilir. Geometri öğrenme öğretme sürecinde hazırlanacak ders planı, geometrik kavramın yapısına göre kullanılacak yöntem, teknik ve materyallerin planlanması öğretmenin sistematik ve planlı olmasını sağlayacaktır.

1.1.Problem Durumu

Günümüzde matematik dersinde öğrenciler büyük oranda zorlanmaktadırlar. Matematik dersinin zor olarak algılanmasının nedenleri, öğretmen, öğrenci, materyal ve ortam, program, sistem olarak sıralanabilir (Yayla vd., 2019).

Öğrenciden kaynaklanan neden, öğrencinin hazır bulunuşluğunun öğrenim gördüğü kademenin altında olması, öğrencilerin derse karşı olumsuz tutumları, başarısızlık kaygısı, dersin öğretmenine karşı olumsuz tutum, öğrencinin dersin çalışma prensiplerine uymaması, işlem akıcılığının olmaması, ders esnasında gösterdiği davranışlar, öğrencinin bilişsel yetersizliği (dikkat ve hiper aktivite bozukluğu, öğrenme güçlüğü), odaklanamama sorunu, okuduğunu anlamada güçlük, sosyal çevre baskısı olarak örneklendirilebilir. Bir diğer neden ise meta biliş olarak verilebilir. Meta biliş; en basit haliyle öğrenmeyi öğrenmektir. Matematikte zorlanan öğrencilerin geneli matematiği nasıl öğrendiğini keşfedemediklerinden ezber öğrenmelere başvurmaktadır. Ezber öğrenmeler bir yerde sınav başarısı getirse de genele baktığımızda matematiğin birbirini izleyen kavramlarını anlamakta zorlanmaktadırlar. Burada öğrenci kendini tanımalı, ilgi, istek ve ihtiyaçları doğrultusunda öğrenme biçimini keşfetmelidir. Öğrenci kendini tanıma noktasında yetersiz ve bilinçsiz ise öğretmen rehber olmalıdır. Öğretme öğrenme sürecinde öğretmen rehber, öğrenci bilginin keşfinde aktif olmalıdır.

Materyal ve ortamdan kaynaklanan nedenlere baktığımızda ülkemizde her şehrin, okulun, sınıfın sosyal ve fiziki yapılarının aynı olmamasından söz edilebilir. Bu farklılık öğrenme ortamını doğrudan etkilemektedir. Örneğin, etkileşimli akıllı tahta, ders içeriğine uygun materyallerin olmaması öğrenme öğretme sürecini olumsuz yönde etkilemektedir. Sınıf mevcudunun fazla olması buna bağlı olarak sınıfta gürültü, dikkat dağıtıcı uyaranların olması da matematik dersinde zorlanmalarına sebep olarak gösterilebilir.

Program ve sisteme baktığımızda, ülkemizde yakın zamanlarda eğitim ve sınav sisteminin değişmesi, öğretim programının değişmesi öğrencilerin matematikte zorlanmalarının nedenleri arasına girmiştir. Sınav sisteminin değişmesiyle sınavda hâkim olan soru tarzlarının değişmesi konuların seyreltilip çoğaltılması öğrenci nezdinde tedirginlik yaratmaktadır. Matematik öğretmenlerinin tarafından bakıldığında okul dönemi boyunca öğretim programının yetiştirilmesi zorunluluğundan doğan zaman sıkıntısı göze çarpmaktadır.

Öğretmenden kaynaklanan sebepler; dersin içeriğine ve öğrenci ihtiyacına yönelik yöntem, teknik, strateji kullanmama, öğrencilerin hazır bulunuşluğuna ve ihtiyacına bakılmadan müfredat konularının işlenmesi, öğretmenin öğrencilere matematiği sevdirme noktasında özveri eksikliği olarak sıralanabilir. Öğretmenin öğrencilere karşı olumlu ve olumsuz tutumları da öğrencilerin derse olan bakış açılarını değiştirmektedir. Dersin içeriği ve konu özeline dikkat edilmeden tekdüze bir anlatım derste canlılığı ve zengin deneyim fırsatları sunmaz. Öğrenme çıktısının niteliğine göre yöntem, teknik, stratejiler kullanılarak öğretme öğrenme süreci daha etkili hale getirilebilir. Her derste her yöntem kullanılamadığı gibi, matematiğin her öğrenme alanında aynı yöntemler kullanılamayabilir. Burada matematik öğretmeninin, her öğrenme alanında ve her bir temaya ait kullanacağı yöntem, teknik, strateji ve etkinlikleri öncesinde planlaması öğretme öğrenme sürecini olumlu yönde etkileyecektir. Öğretmen ders planında kullanacağı etkinlikleri, eğitim yaklaşımlarından, bilişsel modellerden, öğrenme modellerinden yararlanarak öğrencilerin bilişsel, psikolojik ilgi ve ihtiyaçlarına göre seçmelidir.

Öğrencilerin geometriyi derinlemesine kavrayabilmeleri, onların geometrik muhakeme becerilerine sahip olmalarına doğrudan bağlıdır. Bu bağlamda, geometri öğretiminde en fazla önem verilmesi gereken unsurlardan biri, öğrencilerin bu becerilerini geliştirmeye yönelik stratejilerin belirlenmesi ve uygulanmasıdır. Geometri, yalnızca şekillerin tanımlanması ve kuralların öğrenilmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda bu bilgilerin mantıksal akıl yürütme süreçleriyle ilişkilendirilmesini gerektirir. Bu doğrultuda, öğrencilerin geometrik kavramları daha etkin bir şekilde anlamlandırabilmesi amacıyla çeşitli teorik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Alan yazında öne çıkan modellerden biri, öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerini açıklayan gelişimsel bir çerçeve sunan Van Hiele modelidir. Bunun yanı sıra, Duval'in Bilişsel Modeli, bireylerin geometrik temsiller arasındaki dönüşümleri nasıl gerçekleştirdiğini inceleyerek bilişsel süreçlere odaklanırken; Fischbein'in Şekilsel Kavram (Figural Concept) Kuramı ise geometrik nesnelerin hem algısal hem de kavramsal yönlerini bütüncül bir perspektiften ele almaktadır. Bu kuramlar, öğrencilerin geometrik düşünme süreçlerinin anlaşılmasına katkı sağlayarak, öğretim sürecinin daha verimli ve etkili bir şekilde yapılandırılmasına olanak tanımaktadır (Jones, 1998).

Duval, geometrik ilişkilerin şekil üzerinden fark edilmesini, algısal süreçlerin bilişsel bir işlevi olarak değerlendirmektedir. Algısal süreçler, bireyin geometrik nesneleri yorumlama ve analiz etme biçimini belirleyerek, matematiksel önermelerin ispat sürecinde farklı roller üstlenir. Bu bağlamda, şekle bakma ve onu yorumlama süreçleri, yalnızca pasif bir gözlem değil, aynı zamanda bilişsel ve algısal işlevleri içeren aktif bir bilişsel süreç olarak ele alınmalıdır. Özellikle, öğrencilerin matematiksel bilgileri şekil veya cisimler üzerinde somutlaştırma ve temsil etme biçimleri, onların geometrik düşünme becerilerini ortaya koyan önemli göstergelerden biri olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle, Duval'in modelinde şekil algısı ve bilişsel süreçler arasındaki etkileşim, öğrencilerin geometri öğrenme süreçlerini daha derinlemesine anlamaya katkı sağlamaktadır (Karpuz, 2018).

Geometri öğretiminde öğrencilerin ezbere dayalı öğrenme stratejilerine yönelmeleri, onların derinlemesine kavrayış geliştirmelerini engelleyen temel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal temelden yoksun bir şekilde, formüllerin ve kuralların mekanik olarak ezberlenmesi, öğrencilerin geometrik kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarını güçleştirmekte ve bu durum, üst düzey bilişsel beceriler gerektiren problem çözme süreçlerinde başarısızlığa yol açmaktadır. Ezberci öğrenme, öğrencilerin bilgiyi yalnızca belirli soru tipleriyle sınırlandırmalarına neden olmakta ve karşılaştıkları yeni durumları analiz edip çözüm üretmelerini zorlaştırmaktadır. Bunun sonucunda, öğrencilerin eleştirel düşünme, analitik akıl yürütme ve geometrik muhakeme becerileri zayıflamakta, akademik başarıları olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu bağlamda, geometri öğretiminde ezberci yaklaşımlardan uzaklaşarak, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirecek, keşfetmeye ve sorgulamaya dayalı öğretim yöntemleri benimsenmeli; yapılandırmacı, etkileşimli ve görselleştirmeye dayalı pedagojik yaklaşımlar ön plana çıkarılmalıdır.

Araştırmamızın problemi, öğrencilerin geometri öğrenme sürecinde geometrik yapı ve formüllerin doğru bir şekilde öğrenci zihninde yapılandıramamasıdır. Bu durumda öğrenci öğrenme sürecinde ezber öğrenmelere başvurmaktadır. Buda öğrencilerin geometrik muhakeme becerilerinin gelişmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple öğrencilerin çokgenler konusu üzerine formül ezberlemeden farklı olarak, Duval'in Bilişsel Modeli ışığında hazırlanan ders etkinliklerinin öğrenci başarısı üzerinde etkisi araştırılmıştır.

Araştırmada şu alt problemlere cevap aranmaya çalışılmıştır:

Alt problemler

a) Çokgen öğretiminde Duval'in Bilişsel Modeliyle hazırlanan ders etkinlikleri ile öğretim yapılan deney grubunun, öğrencinin ders başarısına etkisi bakımından ön-test son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

b) Çokgen öğretiminde geleneksel öğretimle ders kitabı etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim grubunun, öğrenci ders başarısına etkisi bakımından ön-test puanları ile son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

c) Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında son-test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

d) Deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön-test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.2. Araştırmanın Amacı

Uluslararası karşılaştırmalı sınavlar olan TIMSS ve PISA sonuçları incelendiğinde, ülkemizdeki öğrencilerin matematik alanındaki akademik başarılarının uluslararası ortalamanın altında seyrettiği görülmektedir. Özellikle matematiğin alt disiplinleri arasında yapılan değerlendirmeler, geometri alanındaki başarının diğer konulara kıyasla daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır (Ubuz, Ustun & Erbaş, 2009). Bu sonuçlar, yalnızca öğrencilerin bireysel yeterlilikleri hakkında değil, aynı zamanda ülkemizdeki matematik öğretiminin genel durumu ve etkililiği hakkında da önemli ipuçları sunmaktadır.

Bu bağlamda, *"Geometride başarılı bir öğretim süreci için nasıl bir öğrenme ortamı oluşturulmalıdır?"* sorusu, eğitim alanında ele alınması gereken kritik meselelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu soruya bilimsel temellere dayalı ve tatmin edici yanıtlar verebilmek için öncelikle geometri alanında bilişsel süreçleri ele alan kuramsal yaklaşımların ortaya koyduğu bulguların analiz edilmesi gerekmektedir. Geometrik düşünmeyi inceleyen bu yaklaşımlar, bireylerin geometriye yönelik kavrayışlarını nasıl geliştirdiğini açıklamayı hedeflerken, aynı zamanda en etkili öğrenme süreçlerinin nasıl tasarlanabileceğine yönelik rehberlik de sağlamaktadır. Dolayısıyla, geometri öğretiminde başarıyı artırmak ve öğrencilerin kalıcı öğrenmelerini desteklemek adına, kuramsal modellerden hareketle şekillendirilen, keşfetmeye dayalı, etkileşimli ve kavramsal anlamayı merkeze alan öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekmektedir.

Öğrenciler, geometri alanındaki kavramları anlamakta ve zihinsel olarak muhakeme etmekte zorlanmaktadırlar. Buna bağlı olarak kavram yanılgıları da oluşmaktadır. Bunlardan bazıları; aşırı genelleme, aşırı özelleme ve eksik kavrayıştır. Örneğin; öğrenci dik üçgenin sadece tek bir görünümünü şekilsel olarak algılarsa, diğer görünümleri sorulduğunda dik üçgen olmadığını düşünmektedir. Bu aşırı özellemedir. Bu ve benzeri durumlar dörtgenler ve çokgenlerde de karşımıza çıkmaktadır. Buna bağlı olarak öğrenciler bir kavramı doğru bir şekilde yapılandırarak inşa etmek yerine ezberlemektedir. Bu ise öğrencilerin anlık başarılı olmasını sağlarken, uzun vadede başarısız olmalarına sebep olmaktadır. Aynı zamanda yeni oluşturacağı ve muhakeme edeceği bilgileri olumsuz etkilemektedir.

Geometri öğretiminin niteliğini artırmak ve öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmek amacıyla, öğrenme ortamlarının nasıl yapılandırılması gerektiği sorusu, çağdaş eğitim araştırmalarının odak noktalarından biri olmuştur. Algısal ve bilişsel süreçlerin birlikte ele alınmasının zorunluluğu, geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlılıkları ve öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini geliştirebilecek alternatif öğrenme ortamlarına duyulan ihtiyaç, bu alandaki teorik çerçevelerin incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, Duval'in bilişsel modeli, geometrik düşünmenin doğasını anlamaya ve etkili öğretim süreçleri tasarlamaya yönelik önemli bir kuramsal temel sunmaktadır.

Bu araştırma, Duval'in bilişsel modeline dayalı olarak, öğrencilerin geometrik düşünme süreçlerini destekleyen bir öğrenme ortamı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, modelin temel ilkelerine uygun olarak tasarlanmış öğretim materyallerinin (örneğin, ders planı, ders etkinlikleri, geometri materyalleri, teknolojik geometri yazılımları vb.) geliştirilmesi, bu materyallerin sınıf ortamında uygulanması ve öğrenme süreçlerine etkisinin bilimsel yöntemlerle değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Dolayısıyla, Duval'in Bilişsel Kuramından faydalanarak Görselleştirme, Kurma ve Muhakeme etme süreçleri baz alınarak hazırlanmış ders etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisi araştırılacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Matematik ve geometri öğretiminde kullanılan yöntem, teknik, strateji ve bağlı olduğu kuramlar ve modeller günümüzde öğrenci başarısını ve öğrenme öğretme sürecini oldukça etkilemektedir. Bu anlamda bir bilginin yapılandırılması ve bu bilgileri muhakeme ederek yeni bir bilgi oluşturması, öğrencinin zihinsel süreçlerinin gelişmesi bakımından önemlidir. Matematik ve geometri eğitimi alan yazında yapılan birçok araştırmada öğrenciler geometrik şekilleri kavramada ve ispat yapmada güçlük yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin geometrik muhakemede zorluk yaşadıkları birçok araştırmada gözlemlenmiştir (Healy & Hoyles (1998), Soucy McCrone & Martin (2004), Senk (1989), Usiskin (1982)).

Dolayısıyla, araştırmamızın konusu olan Duval' in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinlikleri kapsamında öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi önem arz etmektedir. Duval'in bilişsel modeli içerisinde yer alan görselleştirme, oluşturma ve muhakeme etme süreçleri bu araştırmada kullanılan ve etkinliği araştırılan Duval' in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinliklerinin ana temasını oluşturmuştur. Böylece, öğrencilerin yalnızca şekilsel tanımlara dayalı ezber bilgiden uzaklaşarak, kavramsal anlamayı merkeze alan, bilişsel süreçleri harekete geçiren ve eleştirel düşünmeyi teşvik eden bir öğrenme deneyimi yaşamaları sağlanacaktır. Bu doğrultuda elde edilen bulguların, geometri öğretiminin daha etkili hale getirilmesine yönelik önemli katkılar sunacağı öngörülmektedir.

İlköğretim ve ortaöğretim seviyesindeki farklı öğrenme alanları ve öğrenme çıktılarına uygulanabilmesi mümkündür. Ders etkinliklerinin içerisinde kullanılan Geogebra ve geometri tahtası vb. materyallerin diğer öğrenme çıktılarında da geliştirilerek kullanılabileceği açıktır. Ayrıca, bu araştırmada kullanılan Duval'in Bilişsel Modeli ışığında hazırlanan ders etkinliklerinin, bir diğer bilişsel perspektif olan Fischbein 'in Şekilsel Kavram Teorisi kullanılarak yapılacak araştırmalara da katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

1.4. Sayıltılar

Araştırmanın bulguları doğru bir biçimde analiz edilmesi amacıyla;

1.Araştırmada yer alacak öğrencilerin ölçme araçlarında bulunan sorulara cevaplamada samimi ve içten davrandıkları kabul edilecektir.

2.Araştırmanın örneklemini oluşturan öğrenci grubunun, veri toplama araçlarına verdikleri yanıtlar doğruyu yansıtacaktır.

1.5. Sınırlılıklar

Duval'in Bilişsel Modeline uygun tasarlanan öğretim etkinlikleri yedinci sınıf çokgenler konusunda; ''M.7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.'' (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018) kazanımı ile sınırlı tutulmuştur.

Araştırmanın örneklemini Karaman ili Merkez ilçesinde bir devlet ortaokulunda 7. sınıf 34 tane öğrenci oluşturmuştur.

1.6. Tanımlar

Çokgen: Düzlemde en az üç doğrusal olmayan doğru parçalarının ikişer ikişer kesişmesiyle oluşan kapalı şekillerdir (Ertekin, 2004).

Bilişsel Yaklaşım: Zihinsel süreçlerin incelenmesi yoluyla geometrik düşünmeyi açıklayan öğrencilerin geometriyi nasıl öğrendiklerini anlamaya çalışan bir yaklaşımdır. Bu süreç, şekillerin özelliklerini anlama, analiz etme ve ilişkilendirmeyi içerir. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin problem çözme ve mantıksal düşünme becerilerini geliştirir.

Gelişimsel Yaklaşım: Geometrik düşünmeyi birbirine bağlı düzeylerde inceleyen bir yaklaşımdır. Öğrencilerin adım adım geometriyi daha derinlemesine öğrenmelerini sağlar. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin geometrik kavramları anlamalarına ve bu kavramları daha yüksek düzeylerde daha karmaşık bir şekilde kullanmalarına yardımcı olmayı amaçlar.

Duval'in Bilişsel Modeli ile Öğretim: Duval'in bilişsel modelinde yer alan bilişsel süreçler ile bu süreçler ışığında hazırlanan ders etkinlikleri ile öğrenme ortamında yürütülen öğretimdir.

Geleneksel Öğretim: Ders konularının, kavramların detaylı bir şekilde anlatılması, kuralların aktarılması ve örnek soruların çözülmesi yoluyla işlenmektedir.

Akademik Başarı Testi: Öğrencilerin belirli bir ders, konu veya beceri alanındaki bilgi ve yetkinlik düzeylerini ölçmek için tasarlanmış bir değerlendirme aracıdır.

BÖLÜM 2

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu kısmında konuyla ilgili olarak kavramsal çerçeve Duval'in Bilişsel Modeli'ne ve Fischbein Şekilsel Kavram Teorisine yer verilmiştir.

Geometriyi anlama öğrenme ve öğretme ihtiyacı birçok bilim insanını bu yönde çalışmaya itmiştir. Bunlardan Fischbein, Duval ve Hiele önde gelen isimlerdir. Bu çalışmalar Gelişimsel ve Bilişsel olarak ikiye ayrılmaktadır (Duval, 1999).

Gelişimsel yaklaşımlar; bireyin geometrik muhakeme sürecini birbiriyle ilişkili aynı zamanda aşamalı düzeyler biçiminde ele almakta ve bu düzeylerin arasında olan bağlantıyı gelişime bağlı bilgi artışı üzerinden açıklamaktadır (Douglas, 2003). Gelişimsel yaklaşımlar öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini temel alır. Öğrencinin duyu organlarını aktif hale getirmeyi amaç edinir. Bu sayede öğrenci somut öğrenmeler oluşturur. Gelişimsel yaklaşımda öğrenci bilgiyi keşfederek öğrenir. Bu yaklaşımda bilgiler hiyerarşik bir düzen içerisindedir. Bir kavrama ait bağlantılar sistematik geçişler sayesinde kurulur. Bu yaklaşıma örnek isimlerden en bilineni Van Hiele'dir. Van Hiele bireyin geometriye dair zihinsel süreçlerini geometrik düzeyler çerçevesinde hiyerarşik bir biçimde açıklamıştır. Fischbein ise Van Hiele'nin düşündüğünün tersine şekilsel ve kavramsal sürecin birbirinden ayrılmadığını, ikisinin birlikte düşünülmesi gerektiği yönünde çalışmalar yapmıştır. Bu doğrultuda Fischbein şekilsel ve kavramsal sürecin birlikte ele alınması gerektiğini savunmuştur. Duval'in Bilişsel Modeline bakıldığında Duval ise, geometri öğrenme öğretme sürecinde gelişimsel yaklaşımı benimsemeyip, Fischbein' in şekilsel ve kavramsal sürecin bir arada olması gerektiği fikrini de uygun bulmamıştır. Duval'e göre bu süreçler hem şekil olarak (görselleştirme, oluşturma ve muhakeme etme) hem de teorik süreçleri kendi içerisinde bağlantılı fakat bağımsız ele alınması gerektiği görüşünü savunmaktadır. Fischbein, bu geometrik süreci Şekil-Kavram olarak açıklarken Duval, Algı-Şekil-Kavram olarak ele almıştır (Aytekin, 2021).

Bilişsel yaklaşımlarda, gelişimsel bakış açısından farklı olarak hiyerarşik bir düzen yoktur. Bilişsel yaklaşım, öğrenme öğretme sürecinde öğrencilere nasıl öğreneceklerini öğretmeye yönelik zihinsel süreçlerin tamamıdır. Bilişsel yaklaşım, insanların dünyayı tanıma ve değerlendirme süreçlerini ifade eder, zihinsel etkinliklerin tamamını kapsar. Bu yaklaşımın temsilcilerinden Duval ve Fischbein geometri öğrenme ve muhakeme etme sürecini bilişsel olarak açıklamaya çalışmışlardır.

DUVAL'İN DİĞER BİLİŞSEL KURAMCILARLA OLAN İLİŞKİSİ

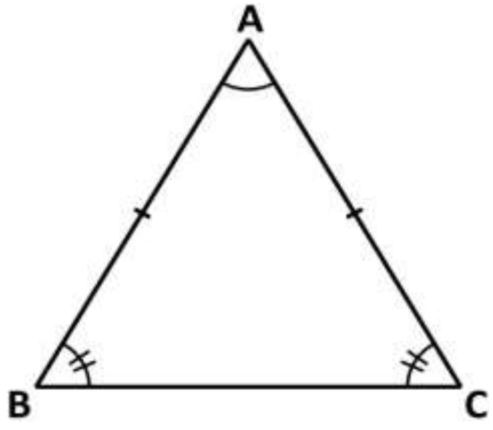
FİSCHBEİN ŞEKİLSEL KAVRAM TEORİSİ

Kavram, nesnelerin ve olayların ortak özelliklerini kapsayan ortak isimdir. İmge, kavramın zihnimizde oluşturduğu görsel resimlerdir. Daha basit bir ifade ile bir konuya ait kavram hakkında zihnimizde beliren resimlerdir. Bilişsel yaklaşıma göre kavram ve imge ilişkili olmakla beraber birbirinden bağımsız da düşünülebilir. Kavramdan imgeye ve imgeden kavrama geçen bu ilişki bilişsel psikolojide kabul görmektedir (Baki, 2020).

Geometri öğrenme öğretme sürecinde bu yaklaşım, yani kavram ve imge ayrı düşünülemez. Bu durum Fischnein'e göre geometri öğrenme sürecini imge ile kavram arasındaki eş zamanlı etkileşimdir.

Bunun yanında bir diğer kategori olarak ''şekilsel kavram'' kategorisi ortaya çıkmıştır (Fischbein & Nachlieli, 1998). Örneğin kare bir şekildir. Öğrenciye kare dediğimizde zihninde standart bir şekil çizmesini bekleriz. Öğrencinin bildiği şekildir. Fakat öğrenciye karenin özellikleri dediğimizde, örneğin tüm iç açılarının doksan derece olması, köşegenlerinin birbirine eşit olması gibi özellikleri ifade ederken şekilsel kavrama ihtiyaç duyarız. Burada öğrencinin şekil üzerinden kavramlara ulaşabileceğini göstermiş oluruz.

Önerme: İkizkenar bir üçgende taban açıları eşittir.



Şekil 1. İkizkenar Üçgen

İkizkenar üçgen, taban açıları aynı olan iki kenarın uzunlukları eşit olan bir üçgendir. Bu üçgenin taban açılarını eşit olduğunu göstermek için birden fazla ispat yapılabilir.

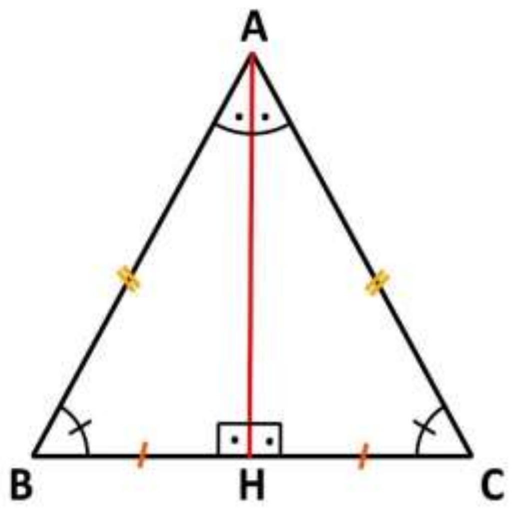
1. Verilenler

•ABC üçgeninde |AB|=|AC|

•Taban |BC| eşit olmayan kenar.

2. Açıların eşit olduğu iki yöntem ile ifade edilebilir:

a) Açıortay ve Yükseklik Yöntemi



Şekil 2. İkizkenar üçgenin açıortay ve yüksekliği

1. A köşesinden |BC| tabanına dik bir doğru çizilir (|AH|, hem açıortay hem de yükseklik olur).

2. Bu işlem üçgeni iki eş üçgene böler (ABH ve ACH).

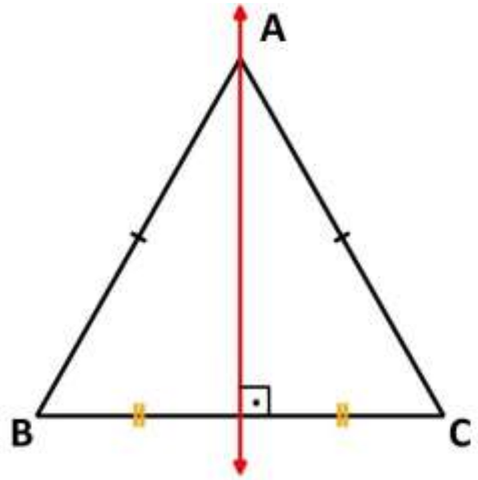
3. İki üçgende:

- |AB|=|AC| (ikizkenar özelliği),
- |AH|=|AH| (ortak kenar |AH|),
- |BH|=|HC| (yüksekliğin tabanı iki eşit parçaya ayırması).

4. Üçgenler KKK (Kenar-Kenar-Kenar) özelliğinden dolayı eşittir (ABH= ACH)

5. Eş üçgenlerden $A\hat{B}H$ açısı = $A\hat{C}H$ açısı, olduğu görülür.

b) Simetri ve Katlama Yöntemi



Şekil 3. İkizkenar üçgen ve simetri ekseni

1. Üçgenin |AB| ve |AC| kenarlarının eşit olduğu bilinir.

2. Üçgen A köşesinden |BC| kenarına simetri ekseni boyunca katlandığında B ve C noktaları üst üste gelir.

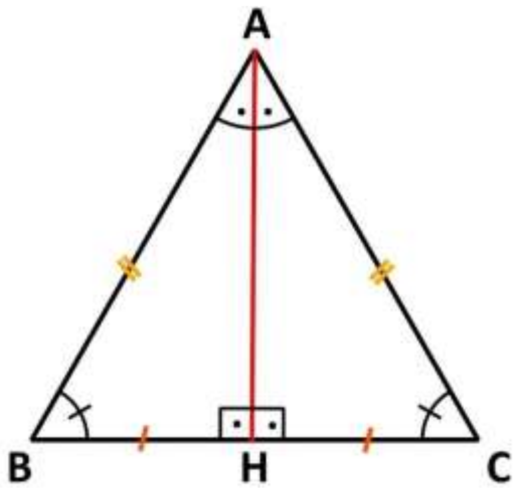
3. Aynı şekilde, $A\hat{B}C$ açısı ve $A\hat{C}B$ açılarının,tüm elemanlarının da birebir örtüştüğü gözlenir.

4. Bu nedenle, $A\hat{B}C = A\hat{C}B$ açıları eşittir.

3. Sonuç

Her iki yöntemle de, $A\hat{B}C = A\hat{C}B$

Bu nedenle, ikizkenar üçgende taban açıları eşittir.



Şekil 4. İkizkenar Üçgenin Kenar ve Taban Açılarının Eşitliği

Yukarıda görüldüğü üzere bu önermenin farklı ispatları mevcuttur. Bu önermenin farklı şekillerde ispatını Baki (2020) de açıklamıştır. Bunlar, biri $A\widehat{B}C$ ikizkenar üçgenini Şekil 4 ‘deki gibi çizer ve ikizkenar üçgende açıortayın aynı zamanda yükseklik olma özelliğinden faydalanabilir.

Bu durumda, ikizkenar üçgen kavramıyla oluşan yeni bir görsel imgeden hareketle muhakeme yapılmıştır. Fischbein’e göre, kavram ile şekil arasında kurulan bu ilişki, “şekilsel kavram” olarak adlandırılan üçüncü bir kategoriyi ifade eder. Bu aşamada, şekilsel kavram, bireye aşağıdaki gibi sentetik bir ispat yapma imkânı sağlar. Başka bir öğrenci, ikizkenar üçgende açıortayın aynı zamanda simetri ekseni olduğunu düşünerek bir katlama işlemi yapabilir. Katlama sırasında, $\widehat{B}$ ve $\widehat{C}$ açılarına ait tüm elemanların tam olarak üst üste geldiğini ve birebir eşleştiğini gözlemleyerek bu açıların eşit olduğu sonucuna varabilir veya yansıma dönüşümlerini kullanarak bu önermeyi ispatlayabilir.

Dolayısıyla, Fischbein' in teorisinden çıkarılabilecek ana fikir şu şekildedir: Öğrencilerin öğrenme öğretme sürecinde yaşadıkları bilişsel süreçleri tam anlamıyla kavrayabilmeleri için imge ve kavram arasındaki ilişkiye dikkat edilmelidir. Geometrik anlamın işlevsel bir şekilde oluşabilmesi için gözlem yapma, görselleştirme ve ilişkilendirme gibi bilişsel süreçlerin öğrenme öğretme sürecine katılması ile oluşur. Bu süreçlerin başarıyla işleyebilmesi, imge ve kavramın eş zamanlı etkileşimini gerektirir. Bu da geometrik şekillerin ya da yapıların kavramsallaşmasını ifade eder. İmge ve kavram arasındaki birleşimle ortaya çıkan muhakeme, anlamlandırma ya da kavramsallaştırma, öğrencilere geometrik problemleri çözme ve teoremleri ispatlama aşamalarında önemli bir destek sağlamaktadır. Fakat, öğrencilerin muhakemesinin şekil üzerinden yapılan bir kontrolle sınırlı kalması durumunda, öğrenciler problem çözme ve ispatlama aşamalarında güçlükler yaşamaktadır (Baki, 2020).

Fischbein (1993), şekil ve kavram arasındaki etkileşimin gelişmesinin kendiliğinden ve doğal bir süreç olmadığını, aksine bu sürecin öğrencilerin öğrenme ortamıyla olan etkileşimine bağlı olarak şekillendiğini ileri sürmektedir. Öğrencilerin bu etkileşimi etkili bir şekilde kavrayabilmeleri için öğretim ortamlarının titizlikle yapılandırılması gerekmektedir. Şekil-kavram etkileşiminin doğru bir şekilde gelişebilmesi adına, öğrenme ortamlarında, öğrencilerin şekil ile kavram arasındaki ilişkiyi net bir şekilde görebilecekleri örnekler kullanılmalıdır. Bu örnekler, yalnızca öğrencilerin şekilsel ve kavramsal unsurlar arasındaki uyumsuzlukları fark etmelerini sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda öğrencilerin bu uyumsuzlukları kavramın kontrolünde çözme yeteneği kazanmalarına yönelik bir rehberlik sunmalıdır. Örneğin, sınıf içi bir etkinlikte kare ile dikdörtgen arasındaki şekilsel farklılıkları gözlemleyen öğrenciler, bu iki şekil arasındaki ilişkiyi anlamakta zorluk yaşayabilirler. Böyle bir durumda, öğrencilerin kavramsal düzeyde güçlendirilmeleri gerekmektedir. Zira, dikdörtgenin tanımı gereği kareyi de kapsayan bir geometrik şekil olduğu gerçeği, ancak kavramsal bir düşünme süreciyle anlaşılabilir (Fischbein & Nachlieli, 1998).

Geometri öğretiminde, ilköğretim dönemlerinde şekillerden yola çıkarak geometrik şekillerin özelliklerinin anlaşılması veya ortak özelliklerin belirlenmesi gibi somut temelli yaklaşımların zamanla daha soyut bir boyuta evrilmesi beklenmektedir. Bu evrim sürecinde, tanımlar, aksiyomlar ve teoremler gibi daha derin matematiksel yapılar, öğrenme sürecine yön vermelidir. Öğrencilere tanımların rolü hakkında farkındalık kazandırmak ve geometrik şekillerin özelliklerini tanımlara dayalı bir biçimde incelemelerini sağlayacak ortamlar oluşturmak, öğrencilerin geometrik düşüncelerini geliştirecek temel bir strateji olacaktır. Bu yaklaşım, öğrencilerin sadece şekilsel öğeleri tanımalarına değil, aynı zamanda bu öğeler arasındaki ilişkileri daha derinlemesine kavrayarak, geometrik düşünme becerilerini kapsamlı bir şekilde geliştirmelerine de olanak tanıyacaktır.

DUVAL'İN BİLİŞSEL MODELİ

Raymond Duval, geometrik düşünce sürecini bilişsel ve algısal bir bakış açısıyla açıklamaya çalışmış ve bu süreçlerle ilişkili bazı temel yaklaşımlar geliştirmiştir (Jones, 1998). Bu bilişsel süreçleri üçe ayırmıştır. Bunlar; görselleştirme, oluşturma ve muhakeme sürecidir. Duval (2017), geometride iyi bir seviyeye gelmenin bilişsel ve algısal süreçler arasındaki ilişkiye bağlı olduğunu düşünmektedir. Aşağıda bu süreçler açıklanmıştır.

Bilişsel Süreçler

Görselleştirme süreci

Bir durumun bir kavramın görsel olarak temsil edilme sürecidir. Bir durumu görsel olarak ifade etmek, mevcut şartlara geniş bir perspektiften bakmayı, anlık farkındalıkları yakalamayı ve öznel doğrulamaları gerçekleştirmeyi mümkün kılan bir süreçtir. Bu tür görsel temsiller, temelinde matematiksel özellikler barındıran geometrik şekillerden oluşur. Ancak, uzayın geometrik şekiller aracılığıyla ifade edilmesi, yani görselleştirilmesi, geometrik ilişkilerin tam anlamıyla kavranması noktasında eksik öğrenmelere sebebiyet vermektedir. Bu noktada, görselleştirme sürecine paralel olarak bazı algısal süreçlerin de devreye girmesi gereklidir (Karpuz, 2018). Aynı zamanda bu temsil biçimleri basit düzeyde matematiksel özellikler içermektedir. Görselleştirme süreci geometrik muhakemeler için ve geometrik düşünme için yeterli değildir. Bu süreç Van Hiele geometrik düşünme düzeyinde 1. ve 2. düzeye karşılık gelmektedir (Duval, 2000).

Oluşturma süreci

Bir geometrik şeklin model olarak inşa edilmesi, şeklin görselleştirilmesine imkân tanır ve bu sayede matematiksel özelliklerin oluşturulan model üzerinde gözlemlenmesi mümkün hale gelir. Bu nedenle, geometrik şekillerin inşa edilme süreci, öğrencilerin matematiksel yeteneklerini analiz etmeye imkân tanıdığı için oldukça önemli bir yeri vardır. Çeşitli materyaller kullanarak (pergel, cetvel) ya da teknolojik yazılımlar kullanarak geometrik şekilleri oluşturulabilir. Burada dinamik geometri yazılımları kullanılabilir. Oluşturma sürecinde öğrenci bir kavramın oluşumuna kendi deneyimleriyle ulaşması öğrencinin zihninde kalıcı öğrenmeler sağlar. Bu sayede öğrencinin ezber öğrenmelerden uzaklaşıp, uzamsal yeteneğini de geliştirir. Burada geometrik şekil, görselleştirerek inşa edildiğinden kavramın teorik bilgilerinin incelenmesini mümkün kılar (Duval, 2000).

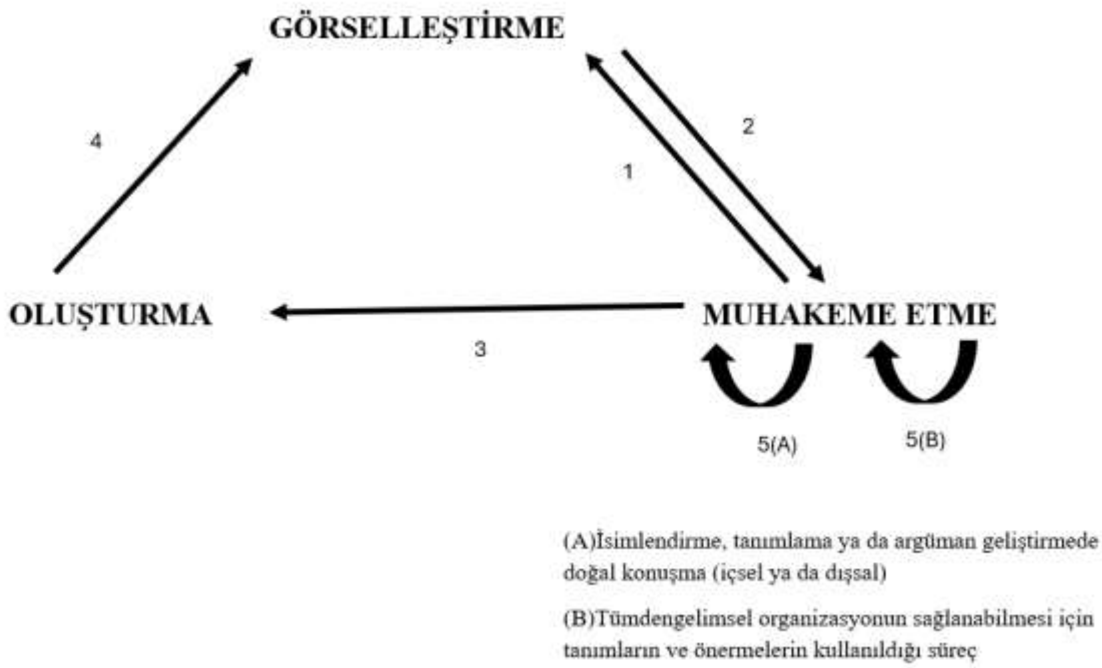
Muhakeme süreci

Muhakeme süreci, mevcut bilgide bir artışın veya bir değişimin meydana gelmesi sürecidir. Bilmenin de ötesinde bir durum olan muhakeme süreci, bilme, kavrama, anlama yetkinlikleriyle bağlantılıdır. Mevcut bilgiden yeni bir bilgi inşa etme, var olan bir bilgiyi diğer bilgilerle ilişkilendirme, analiz ve yorum yapabilme öğrencinin zihinsel süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. Duval (2000), muhakeme süreçlerini iki kategoriye ayırmıştır: doğal muhakeme ve teorik muhakeme

Doğal muhakeme: Bilginin doğal dil ve şekiller aracılığıyla ifade edildiği bir muhakeme sürecidir. Bu süreçte ulaşılan sonuçlar matematiksel ilkelerle gerekçelendirilmez (Aytekin, 2021).

Teorik muhakeme: Bilginin, çıkarımsal ilişkiler çerçevesinde sembolik gösterimler aracılığıyla işlendiği bir süreçtir. Sonuçlar aksiyomlara, tanımlara ve teoremlere dayalı olarak elde edilir. Elde edilen genellemeler matematiksel ifadelerle gerekçelendirilir (Aytekin, 2021).

Duval (1998),Bilişsel Süreçler arasındaki ilişkiyi Tablo 1’de açıklamıştır.



Tablo 1. Duval (1998)'a Göre Bilişsel Süreçler Arasındaki İlişki

Gösterilen oklar, bilişsel süreçlerin birbirini nasıl desteklediğini ifade etmektedir. Burada muhakeme sürecinin altında yer verilen 5(A) Doğal muhakemeyi, 5(B) ise Teorik muhakemeyi ifade etmektedir. 5(B)'nin okunun boşluktan diğer üç oktan ayrı çizildiğini görmekteyiz. Burada, teorik muhakemenin diğer üç süreçten bağımsız gerçekleşebileceğini göstermektedir. Yine, muhakeme etme sürecini tamamlamayan bir öğrenci oluşturma sürecine geçememektedir. Görselleştirme ise oluşturma sürecine bağlı olarak gerçekleşmez. Sonuç olarak, oluşturma süreci her ne kadar görselleştirmeyi mümkün kılsa da bu süreç yalnızca geometrik şekillerin ve cisimlerin sahip olduğu özellikler ile kullanılan aracın teknik özellikleri ve sınırlamalarıyla belirlidir. Görselleştirme bir geometrik şeklin ispatını yaparken avantaj sağlasa da tanım, teorem ve aksiyomlara gerek vardır. Duval (1998),bu bilişsel süreçlerin birbirinden bağımsız olduğunu fakat birbiriyle ilişkili olduğunu açıklamıştır.

Algısal Süreçler

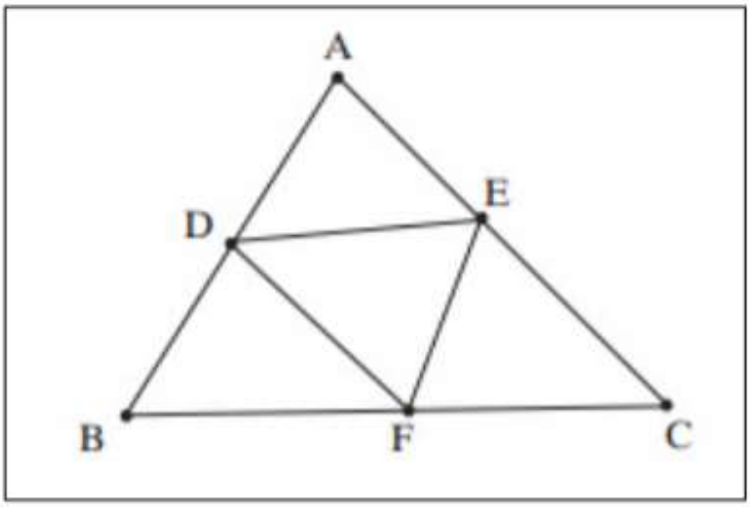
Geometride algının, bireylerin geometrik şekilleri nasıl algıladıkları ve zihinsel olarak nasıl yorumladıklarıyla doğrudan bağlantılıdır (Akdemir & Narlı, 2022). Geometriyi öğrenmek çocukların çevrelerindeki fiziksel dünyayı gözlemlemesi, tanıması ve anlaması ile başlar. Bu süreç, tümevarım ve tümdengelim yöntemlerini birleştiren ileri geometrik akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesiyle devam eder (Ergün, 2010). Geometrik şekle ait bir yapıyı veya kavramı şekille çizip, şekil üzerinden öğrencinin tanımasını sağlamak bu süreçte önemlidir. Öğrenci bir şekle ait yapıyı zihninde anlamlandırdığı biçimde görsele yansıtabilir. Öğrencinin burada geometrik yapıyı nasıl anlamlandırdığı ortaya çıkacaktır. Bu öğrenme öğretme sürecinde öğrencilerin bireysel farklılıkları göz önüne alındığında, her öğrencinin şekle ait bir yapıyı aynı şekilde algılaması ve anlamlandırması mümkün değildir. Örneğin, cisimlerin farklı yerlerden görünümünü çizmek isteyen öğrenciler arasında farklılıklar olması muhtemeldir. Geçmişten günümüze gerek matematik ve geometri öğrenme alanlarının birbirinden bağımsız okutulması, gerek geometri ve matematik öğrenme alanlarının birleşmesi ile oluşan öğretim programlarında öğretmen ve öğrencilerden en çok duyulan söz ‘‘geometri görme işidir, geometri soruları gördüğün an çözülmesi çok kolaydır’’ gibi söylemler olmuştur (Karpuz, 2018). Nitekim şekilsel algısı yüksek olan öğrenciler matematik sorularını değil geometri sorularını çözmede daha başarılı olmuşlardır. Geometrik şekle ait bir problemi çözmede kastedilen görme süreci aslında bu şekli oluşturan kavramların fark edilmesidir (Şan, 2012).

Geometrik bir şekle ilişkin bir problemin çözümü sürecinde "görme" kavramı, şeklin yüzeysel algılanmasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda temel kavramların, onu oluşturan bileşenlerin ve aralarındaki ilişkilerin derinlemesine anlaşılmasını da ifade eder. Bu süreç, formun yüzeyinin ötesine geçmeyi, altındaki gizli yapıyı ortaya çıkarmayı, belirli özellikleri tanımayı ve formun doğasında olan matematiksel ağı anlamayı gerektirir. Bu bağlamda “görmek” sadece görsel bir algılama süreci olarak değil, aynı zamanda bir bilişsel analiz, kavramsal soyutlama ve analitik düşünme süreci olarak anlaşılmalıdır. Bu yetenek, bireyin geometrik nesneleri yalnızca görsel olarak görmesine değil, aynı zamanda zihinsel olarak analiz etmesine, bu nesneler arasındaki ilişkileri keşfetmesine ve elde ettiği bilgileri mantıksal akıl yürütme yoluyla problem çözme sürecine aktarmasını mümkün kılar. Bu bakımdan “görmek” problem çözme yeteneğinin bilişsel temelini oluşturan karmaşık bir zihinsel aktivitedir. Bu bağlamda Duval (1995), konuyu derinlemesine inceleyerek, geliştirdiği bilişsel modelde sadece bilişsel süreçleri değil algısal süreçleri de dikkate almıştır. Bu yaklaşımla geometrik bir şekle bakarken hangi zihinsel ve algısal süreçlerin devreye girdiğini açıklamaya çalışmıştır. Duval' e göre geometrik şekilleri incelerken, bireylerin sadece şekli görsel olarak algılamasına değil, aynı zamanda anlamasına ve ilişkilendirme yapmasına da imkân tanıyan bir takım bilişsel ve algısal mekanizmalar devreye girmektedir. Bu yaklaşım, geometrik düşünmenin çok boyutlu bir süreç olduğunu ve hem görsel mekânsal farkındalığın hem de kavramsal bilginin bu sürece katkı sağladığını belirtmektedir. Duval (1995),bu süreçleri dört farklı kategoriye ayırmış ve bunları görsel algı, sözel algı, sıralı algı ve işlevsel algı olarak tanımlamıştır.

Görsel Algı:

Bu süreç, bir şekle ilk kez bakıldığında, şeklin biçimsel yapısına ilişkin temel bilgilerin algılandığı aşamadır. Bu süreç, şekli oluşturan temel geometrik kavramların (nokta, doğru parçası, üçgen, daire vb.) tanınmasının yanı sıra şeklin adı ve boyutu hakkında bilgi edinmeyi de içerir. Ayrıca şekil içerisindeki alt şekillerin tanımlanması da bu görsel algılama sürecinin bir parçasıdır. Bu algı statik bir yapıya sahiptir ve algısal organizasyon yasalarına göre işler. Ancak bu noktada alt şekiller arasındaki bağlantılar henüz fark edilebilir düzeyde değildir (Duval, 1995).

Görsel algıya örnek bir durum:



Şekil 5.Görsel Algıya Örnek Bir Durum (Karpuz, 2018)

Şekil 5' de verilen geometrik şekle ait öğrencilerin olası görsel algı süreci aşağıdaki ifadelerle açıklanmaktadır:

a) İki boyutlu bir geometrik şekildir.

b) ABC ve DEF üçgenleri vardır

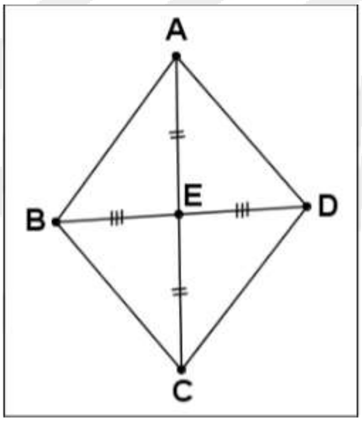
c) DBFE, DFEA, DFCE dörtgenleri ABC üçgeninin içerisinde yer almaktadır.

d) Şekilde A, B, C, D, E, F harflerinde altı adet nokta görülmektedir.

Karpuz (2018) çalışmasında, Şekil 5' de yukarıdaki cevapların verildiğini açıklamıştır. Bu cevaplardan eksik ya da fazla cevaplar duyabilmekte mümkündür. Öğrenciler ilk baktıklarında ADE, BDF, EFC, DEF üçgenlerinin varlığından söz edebilir.

Sözel Algı:

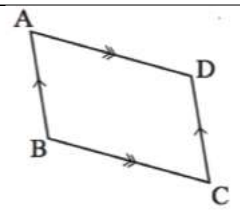
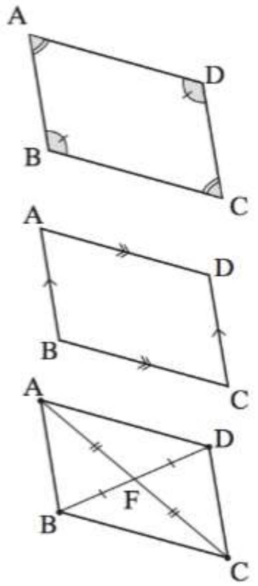
Görsel şartlar aynı kalsa bile bir şeklin özelliklerini anlatmak için kullanılan farklı ifadeler, o şekle ilişkin farklı algı ve deneyimlere yol açabilmektedir. Sadece görsel algının geometrik şeklin yapısını anlamaya ve zihinde bu yapıyı inşa edip anlamlandırmaya yeterli gelmediği gibi, sözel algıda bu noktada tek başına yeterli gelmemektedir. Bunun için şekle ilişkin belirli bilgilerin sunulması ve bu verilerden (tanımlar ve teoremlerin yardımıyla) daha fazla bilgi elde edilmesi gerekir. Bu süreç, şeklin matematiksel yapısının daha derinlemesine anlaşılmasını ve yeni bilgilerin kazanılmasını mümkün kılar (Duval, 1995). Görsel algı ve sözel algı geometrik şeklin öğretme sürecinde zıt iki süreçten bahseder. Görsel algı, şeklin görünümüne dayalı çıkarımlar yapılmasında rol oynarken, sözel algı, şekle ve ilgili matematiksel ilkelere dayalı olarak daha soyut ve analitik çıkarımlar yapılmasına imkân sağlar (Duval, 1995).



Şekil 6. Görsel ve Sözel Algı Açısından Bir Geometrik Şeklin Ne Olduğuna Dair Soru (Karpuz, 2018)

Şekil 6’da verilen öğrencilere bu şeklin ne olduğu sorusu sorulduğunda, görsel algının bakış açısıyla incelendiğinde, öğrenci bu şekle eşkenar dörtgen diyebilir. Sözel algının bakış açısıyla incelendiğinde ise öğrenci paralel kenara ait tanım ve kavramların bilgisiyle bu şekle bakıp, köşegenler birbirini ortalıyor, karşılıklı kenarlar bundan dolayı paraleldir o halde bu geometrik şekil paralelkenar özelliklerini taşımaktadır diyebilir. Ancak, bu bilgiler ışığında geometrik şeklin eşkenar dörtgen olduğu söylenemez (Tapan Broutın, 2016).

Duval (1998),görsel algı ve sözel algı arasındaki bağlantıyı Tablo.2’de göstermiştir (Akt. Karpuz, 2018).

Görsel Algı		Sözel Algı
I.Görsel Algı	II.Görsel Algıdan Sözel Algıya Geçiş	III.Sözel Algıdan Görsel Algıya Geçiş
 İlk bakışta bu şekil bir çatı, bir Masanın üst yüzeyi, bir dikdörtgenin farklı bir açıdan (örneğin eğik dikdörtgenler prizmasının yan yüzeyi) görüntüsü olarak algılanabilir.	 “ABCD bir paralelkenardır.” Yukarıdaki ifadede ABCD’nin bir paralelkenar olarak ifade edilmesi şekle sözel sürecin hükmetmeye başlamasına sebep olur. Böylece şeklin artık kenarlarına (karşılıklı kenarlar paraleldir gibi), köşelerine, açılarına odaklanılmaya ve aralarındaki ilişkiler görülmeye başlanır.	“ABCD bir paralelkenar olsun…” Bu sözel ifade ile önermeye bağlı olarak paralelkenar olma koşulunu sağlayan birçok farklı görsel algı oluşturulabilir. Örneğin; 

Tablo 2. Görsel Algı ile Sözel Arasındaki İlişki (Karpuz, 2018)

Sıralı Algı:

Rastgele çizimlerden farklı olarak, bir araç kullanarak geometrik şekiller oluşturmak ve bu şekillerin matematiksel modellerini oluşturmak, şekiller hakkında bilgi edinme sürecini derinleştirir ve bireyin şekil algısını kökten değiştirir. Bu, formun bileşenlerinin daha net algılanmasını ve aralarındaki ilişkilerin daha kolay tanınmasını sağlar. Duval' in bilişsel modeline göre geometrik şeklin alet kullanılarak inşa edilmesi ve bu yapım sürecinin adım adım anlatılması, algı süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu sürece “sıralı algılama” denir ve bireyin geometrik yapıyı parça parça analiz etmesine, ilişkilendirmesine ve daha derin bir anlayış geliştirmesine imkân tanır. Bu yaklaşım öğrencilerin, şeklin genel görünümünün yanı sıra şeklin matematiksel özelliklerini de daha net kavramasını sağlar. Öğrencinin geometrik şekli oluştururken kullandığı materyaller, geometrik şekli nasıl algılayacağını etkilemektedir (Duval, 1995). Geometrik şekillerin oluşturulması sürecinde öncelikle kullanılan araca, ardından şeklin matematiksel özelliklerine odaklanılır. Bu iki unsur arasında kurulan ilişki, geometrik şeklin doğru ve sistematik bir şekilde zihinde anlamlanmasına olanak sağlar. Bu süreç bireyin geometrik şeklin temel özelliklerini ve bileşenlerini daha bilinçli algılamasını sağlar. Araç ve matematiksel kavramlar arasındaki bu etkileşim, yalnızca şeklin görsel temsilini değil aynı zamanda şeklin matematiksel yapısının derinlemesine anlaşılmasını da destekler.

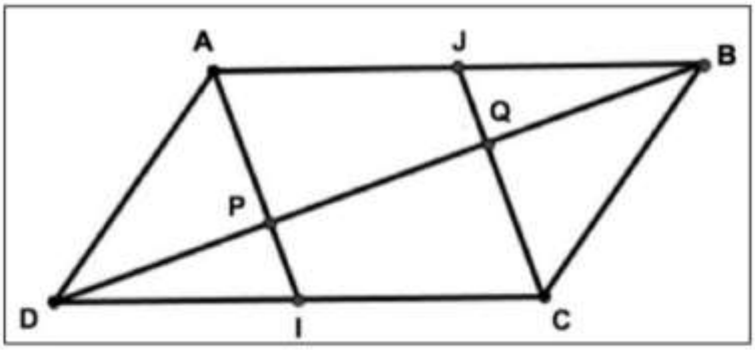
Sıralı algıya ilişkin açıklamalardan da anlaşılacağı üzere sıralı algı ve bilişsel süreçler bağlamında ele alınan oluşturma süreci benzer özelliklere sahiptir. Bu durum inşa sürecinin hem bilişsel hem de algısal süreçlerin bir parçası olduğunu ve her iki süreci de desteklediğini göstermektedir.

İşlevsel algı:

Herhangi bir geometrik şekil incelendiğinde çözüme ilişkin sezgisel çıkarımlar yapmak işlevsel algı sayesinde mümkündür. Bu süreç, öğrencinin zihninde olabileceği gibi fiziksel olarak şeklin yeniden çizilmesi ya da düzenlenmesiyle de gerçekleşebilir. Bu sürecin temel amacı çözümü kolaylaştıracak ipuçlarını bulmaktır (Torregrosa & Quesada, 2008). Bu süreç, şeklin gizli ya da örtülü özelliklerini ortaya çıkarmaya yardım etmektedir. Aynı zamanda bu algı, bireyin problem çözme yeteneklerini destekleyen önemli bir unsurdur. İşlevsel algı sayesinde, bir geometrik şeklin içerisindeki temel kavramlar, özellikler şekil ile ifade edilebilir, bu kavramlar alt kavramlara ve özelliklere ayrılabilir. Aşağıda işlevsel algı üzerine bir örnek verilmiştir.

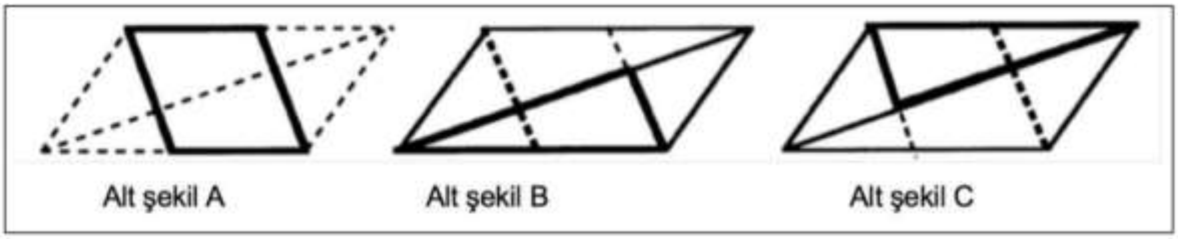
Örnek:

I ve J noktaları ABCD paralelkenarının sırasıyla |CD| ve |AB| kenarlarının orta noktaları olsun. |DP|, |PQ| ve |QB| uzunluklarının eşit olduğunu gösteriniz. (Bkz. Şekil 7)



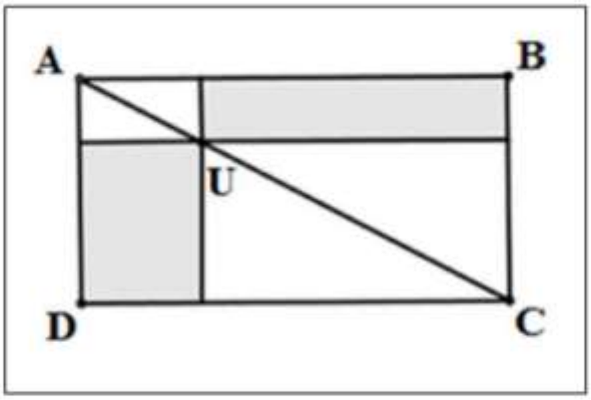
Şekil 7. |DP|, |PQ| ve |QB| Uzunlukları Arasındaki İlişki (Karpuz, 2018)

Çözüm: Şekil 7’de verilen paralel kenarda birçok alt şekil içermektedir. Öğrenci burada istenen öğrenme çıktısına ulaşmak için bu alt şekillerden bazılarına odaklanmalı, belirli kısımlarını yok saymalıdır (Bkz. Şekil 8). Ancak bu şekilde hedeflenen kazanıma ulaşabilir.



Şekil 8. Paralelkenarın Farklı Alt Şekilleri (Karpuz, 2018)

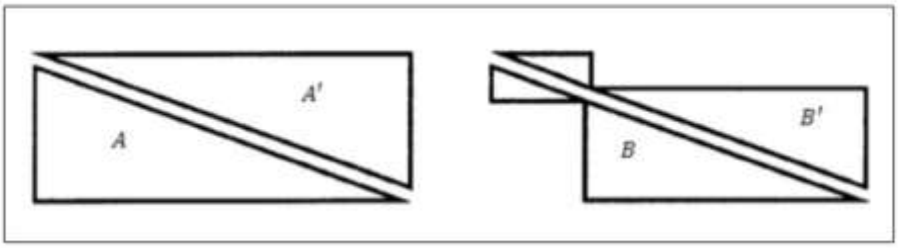
B ve C alt şekillerine odaklanarak ve üçgenin orta tabanıyla ilgili özellikleri kullanarak (bu aşamada sözel algı devreye girer), bir öğrenci ilk başta fark etmemiş olabileceği orta taban ilişkilerini keşfedebilir. Bu çözüm sırasında, öğrencinin sonuca ulaşmasını sağlayan ana faktör, öğrencinin alt şekillerin farkında olması ve aralarındaki ilişkileri görebilmesidir. Bu süreçte, çözümün önemli bir kısmı öğrencinin yalnızca görsel algıyı kullanması değil, aynı zamanda tanımlardan (örneğin orta taban ve paralelkenar) ve önceki teoremlerden (orta taban teoremi) de faydalanmasıdır. Ancak bazı durumlarda, öğrencinin şekli oluşturan alt şekilleri ayırarak, bu alt şekiller arasındaki ilişkileri belirleyerek ve sonra bu ilişkileri yeniden birleştirerek çözümü bulması daha kolay olabilir. Bu süreçte, öğrencinin her zaman tanımlara veya önceki teoremlere başvurması gerekmeyebilir. Bu tür bir yaklaşım, öğrencinin şeklin yapısal ilişkilerini daha esnek ve yaratıcı bir şekilde kavramasını sağlar. Bu süreci daha somut hale getirmek için aşağıdaki problem ve çözümü verilebilir (Karpuz, 2018).



Şekil 9. Taralı Dikdörtgenlerin Alanlarının Karşılaştırılmasını İçeren Problem Durumu(Karpuz, 2018)

Problem: Şekil 9' da [AC] doğru parçası, ABCD dikdörtgeninin köşegenlerinden biridir. U noktası köşegen üzerinde hareketli bir nokta olduğuna göre taralı dikdörtgenlerin alanlarını karşılaştırınız.

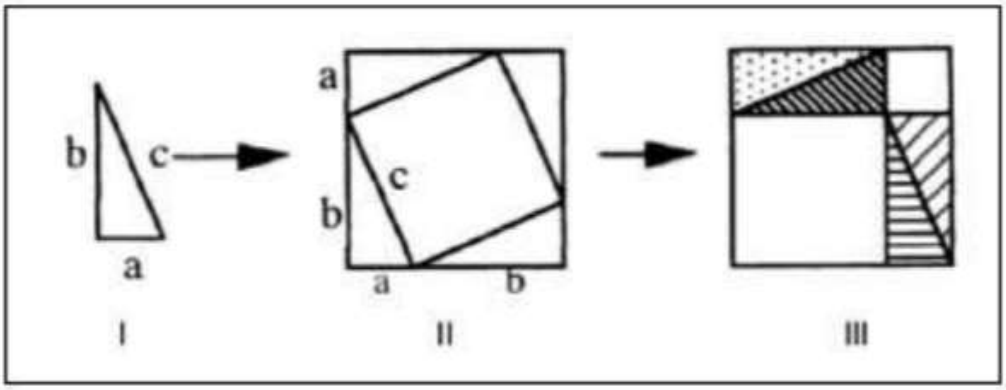
Çözüm: Şekilde birçok alt şekil bulunmakla birlikte Şekil 10'daki alt parçalar çözüme yardımcı olmaktadır.



Şekil 10. ABCD Dikdörtgenini Oluşturan Bazı Alt Şekiller

U noktası köşegen üzerinde hareket ettiğinde (bilişsel görselleştirmede), U noktasının konumundan bağımsız olarak A ve A' alt şekillerin yapısında hiçbir değişiklik meydana gelmez. Buna karşılık, B ve B' alt şekillerinin A ve A' alt şekilleri içinde yer aldığı açıkça görülür. Dahası, B ve B' şekilleri katlandığında veya yerel olarak üst üste getirildiğinde, her iki şeklin taralı alanlarının aynı olduğu kolayca görülebilir.
Bu çözüm süreciyle ilgili dikkat çekici olan şey, hiçbir teoremin doğrudan kullanılmamış olmasıdır. Ancak, çözümün en zor kısmı B ve B' alt formlarını tanımak ve bu şekiller arasındaki ilişkiyi anlamaktır.

Yukarıdaki iki problemde, şekli döndürmek, yeni bir şekil eklemek veya hareket ettirmek gibi belirgin bir değişiklik yapılmamıştır. Bunun yerine, şeklin alt bileşenlerine odaklanarak şekli bölme gibi işlemlere vurgu yapılmıştır. Ancak bazı durumlarda, bu tür işlemler problem çözme süreci için yeterli olmayabilir. Duval (1998), Pisagor teoreminin kanıtını bir örnek olarak göstermiştir (Bkz. Şekil 11).

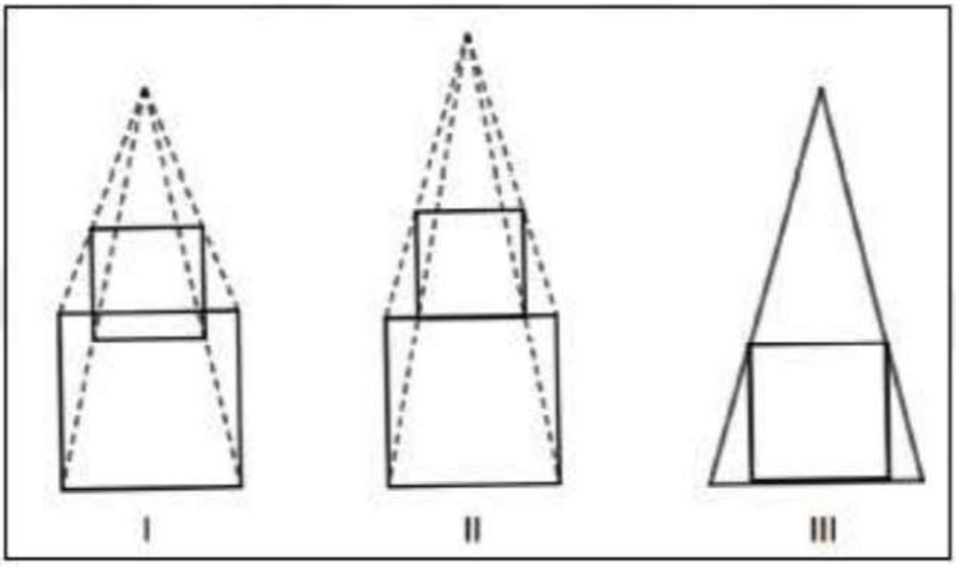


Şekil 11. Pisagor Teoreminin Bir İspatı(Karpuz, 2018)

İspatı incelediğimizde, ilk şeklin bir dik üçgen olduğu görülür. Sonraki adımda, kenar uzunluğu a + b olan bir karenin içine, dik kenar uzunlukları a ve b olan dört dik üçgen yerleştirilir ve II. şekil oluşturulur. Ardından, bu üçgenlerin yerleri değiştirilerek III. şekil elde edilir. Hem II. hem de III. şekil, dört küçük dik üçgen içerdiğinden, geriye kalan alanlar karşılaştırılabilir. II. şekilde bu alan c^2, III. şekilde ise $a^2 + b^2$ olarak ifade edilir. Bu iki alan birbirine eşit olduğundan, $a^2 + b^2 = c^2$ bağıntısına ulaşılır. Bu durum, Pisagor Teoremi' nin görsel bir ispatıdır.

Duval (1999), işlevsel algıya bir başka örnek olarak Polya'nın (1957) üzerinde durduğu aşağıdaki problemi kullanmıştır.

Problem: Verilen dar açılı bir üçgenin içerisine, iki köşesi bu üçgenin iki kenarı üzerinde, bir kenarı ise bu üçgenin üçüncü kenarı üzerinde olan bir kare çiziniz (Duval, 1998).



Şekil 12. Dar Açılı Üçgen İçerisine Kare Yerleştirilmesi(Karpuz, 2018)

Çözüm:

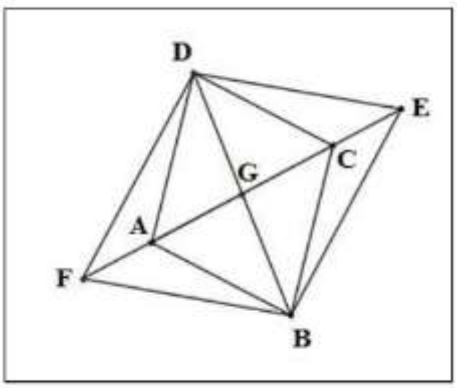
Bir üçgenin içerisine köşeleri bu üçgen üzerinde olan bir kare çizilmesi problemi Şekil 12'deki gibi üç aşamada çözülebilir.

1. İlk aşamada, bir kare ve onun büyütülmüş bir versiyonu çizilmiştir. Bu işlem, şekle homotetik bir dönüşüm kazandırarak üç boyutlu bir algı oluşturmaktadır.
2. Bu algı doğrultusunda, küçük kare hareket ettirilip büyük karenin üzerine yerleştirilmiş ve böylece II. aşama tamamlanmıştır.
3. Son olarak, kesikli çizgiler kaldırılarak nihai çözüme ulaşılmıştır.

Duval' in açıklamalarına ve örneklerine göre, işlevsel algılama sürecinde çeşitli bilişsel ve görsel süreçler gerçekleşmektedir. Bu süreçler, verilen bir geometrik şekli parçalara ayırıp başka bir yapıda birleştirme, şeklin içinde yeni alt şekiller oluşturma, şeklin konumunu ve yönünü değiştirme, şekle ek çizimler yapma, derinlik algısı gibi başka boyutta düşünme vb. becerileri içerir. Bu işlemler geometrik düşünmenin temel bileşenleri olarak kabul edilir.

Algısal süreçler, birbirleriyle hiyerarşik bir ilişki içinde olmayan dört bağımsız temel süreçten oluşur. Bu süreçlerin her biri problem çözme sürecinde birbirini tamamlayarak, şekil üzerinde gizli olan matematiksel ilişkilerin fark edilmesine ve bu bilginin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur (Duval, 1995, 1998). Bir iddiayı ispatlama sürecindeki etkileşim şu şekilde açıklar. Bu süreçte, ispatlama sırasında her bir bilişsel aşamanın rolü numaralandırılır ve öğrenciden beklenen davranışa göre parantez içinde gösterilir. Ancak bu sıranın kişiden kişiye değişebileceği unutulmamalıdır. Her birey, kendi düşünme stiline ve öğrenme stratejisine bağlı olarak ispatlama sürecindeki adımları farklı bir sırayla gerçekleştirebilir.

Önerme: ABCD dörtgeni paralelkenar ve |AF|= |CE| olmak üzere DEBF dörtgeni de Paralelkenardır (bkz. Şekil 13.)



Şekil 13. ABCD Paralelkenarı (Karpuz, 2018)

Çözüm:

1. Problemi çözmek için şekille birlikte ek sözel ön bilgiler sunulur. Öğrencilerden beklenen ilk adım, problemin verilen ve istenen unsurlarını tanımlamaktır. Bu süreci verilen sözel bilginin ve şekildeki ifadesinin görselleştirilmesi izler. Yani sözel bilgi görselleştirilmeli ve şekle entegre edilmelidir. (Bkz. Şekil 14) (sözel algıdan görsel algıya geçiş).

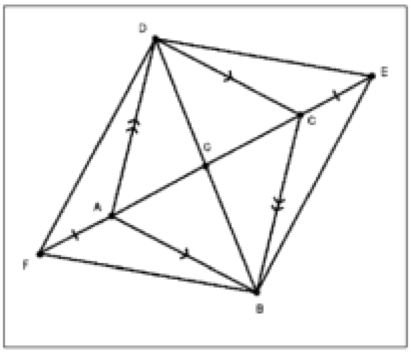
Verilenler:

a) ABCD paralelkenar (karşılıklı kenarlar birbirine paralel),

b) |AF|=|CE|

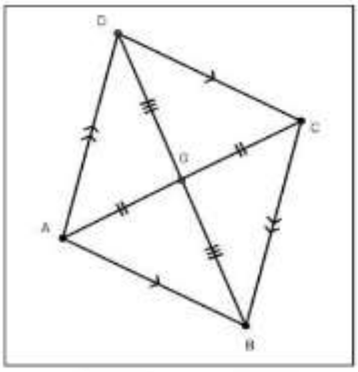
İstenenler:

c) DEBF paralelkenar,



Şekil 14. Sözel Algıdan Görsel Algıya Geçiş(Karpuz, 2018)

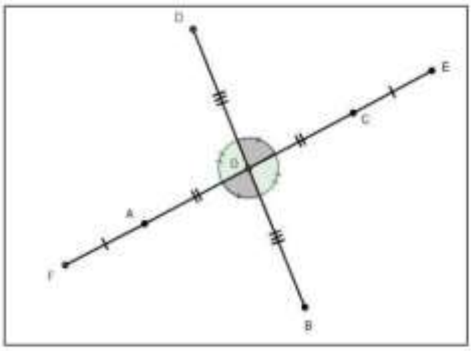
2. Sadece ABCD paralelkenarına odaklanarak (işlevsel algı) paralelkenarın köşegenlerine dair özellikler ile ilgili teorem bilgisinin kullanılması (sözel algı), bu bilgi ışığında köşegenlerin birbirlerini ortaladığının belirlenmesi ve bu özelliğin şekil üzerinde gösterilmesi (bkz. Şekil 15) (sözel algıdan görsel algıya geçiş).



Şekil 15. ABCD Paralelkenarının Köşegenlerinin Birbirini Ortalaması(Karpuz, 2018)

3. $D\widehat{G}E$, $F\widehat{G}B$, $D\widehat{G}F$ ve $E\widehat{G}B$ açılarına (bkz. Şekil 16) odaklanarak (işlevsel algı), bu açıların ters açı oldukları için eşit olduklarını tespit etmek (görsel algıdan sözel algıya geçiş) ve açıların

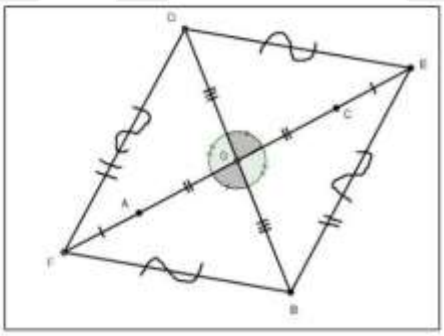
kenarlarındaki doğru parçalarına dikkat ederek (işlevsel algı),|GE|= |GF| ilişkisini belirlemek (görsel algıdan sözel algıya geçiş).



Şekil 16. D$\widehat{G}$E, F$\widehat{G}$B, D$\widehat{G}$F ve E$\widehat{G}$B Açıları (Karpuz, 2018)

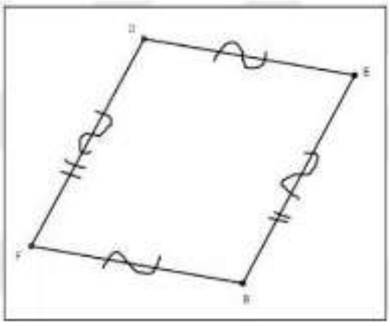
4.EGD ve FGB üçgenlerine odaklanarak (bkz. Şekil 16) (işlevsel algı), bir üçgende Kenar-Açı-Kenar (K-A-K) eşliğinin tespit edilmesi (görsel algıdan sözel algıya geçiş) ve bu bilgi kullanılarak |DE| = |FB| sonucuna ulaşılması. Sonrasında yapılan çıkarımın şekil üzerine aktarılması (sözel algıdan görsel algıya geçiş).

5. Benzer şekilde, EGB üçgeni ile DGF üçgenine odaklanıldığında (bkz. Şekil 17), benzer adımlar takip edilerek |EB| = |DF| sonucuna ulaşılması ve bu çıkarımın verilen şekil üzerine aktarılması (sözel algıdan görsel algıya geçiş).



Şekil 17. FGB, EGD, DGF ve EGB Üçgenleri(Karpuz, 2018)

6. Büyük şekil olan DEBF dörtgenine odaklanarak (işlevsel algı) (bkz. Şekil 18), dörtgenin karşılıklı kenarlarının eşit uzunluklara sahip olduğu bilgisinden faydalanarak, bu dörtgenin özel bir paralelkenar olduğu çıkarımına ulaşılması (görsel algıdan sözel algıya geçiş).



Şekil 18. DBEF Dörtgeni (Karpuz, 2018)

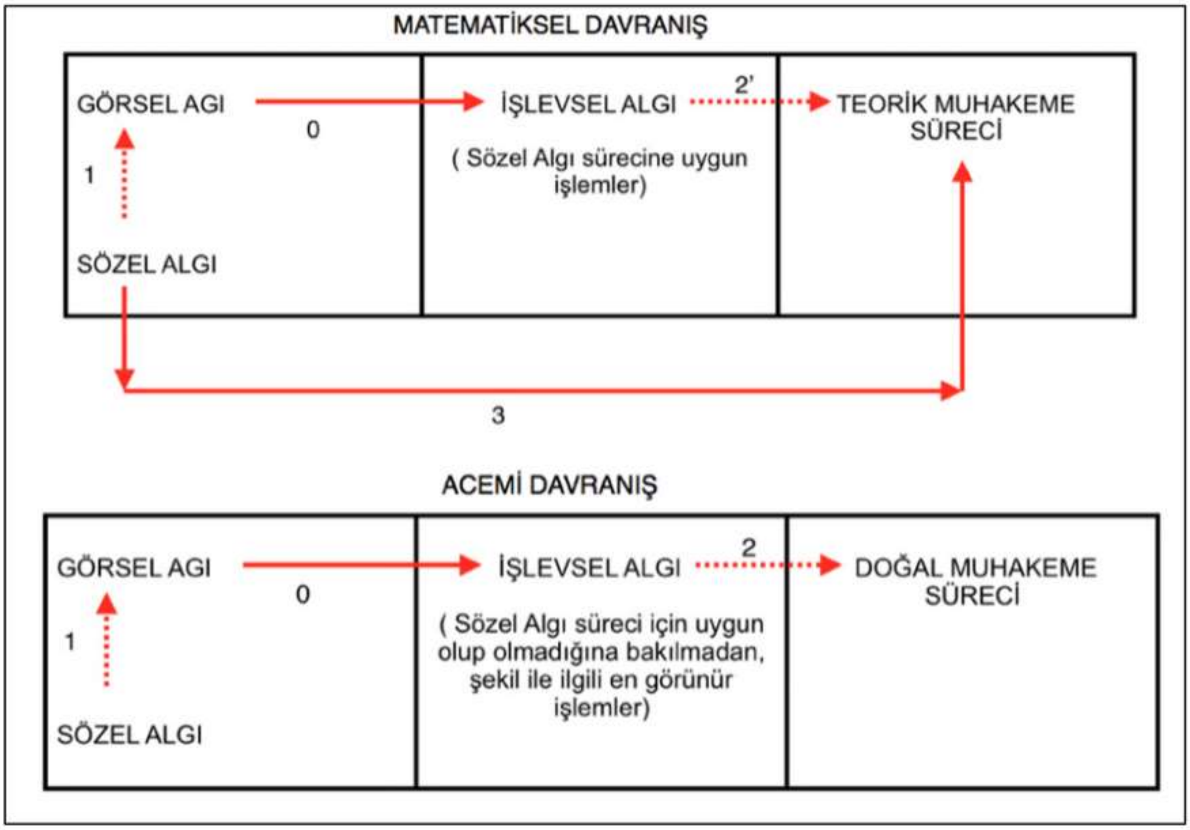
Verilen çözümde, her algısal süreç, teoremi ispatlama sürecinde belirleyici ve tamamlayıcı işlevler üstlenmiştir. Örneğin, geometrik bir şekli belirli parçalara bölmek ve bu parçalardan birine odaklanmak işlevsel algının bir göstergesidir. Şeklin matematiksel ilişkilerini belirli semboller ve işaretler kullanarak ifade etmek görsel algıdan sözel algıya geçişi sembolize eder. Bu işaretler hakkında matematiksel çıkarımlar yoluyla yeni ilişkiler keşfetmek sözel algıdan görsel algıya geçişi temsil eder. Algısal süreçler, öğrencinin çözüm sürecine yönelik davranışlarını göstermelerini sağlar ve şekil üzerindeki etkileşimlerin ve bu etkileşimler yoluyla çıkarılan sonuçların sistematik olarak nasıl yapılandırıldığını gösterir (Karpuz & Güven, 2016).

Buradan hareketle şekle bakma süreçlerinin göstergeleri aşağıdaki tabloda açıklanmıştır (Bkz. Tablo 3).

Görsel Algı	Sözel Algı	İşlevsel Algı	Sıralı Algı
Verilen geometrik şeklin ve şekli oluşturan temel geometrik elemanların farkına varır ve adını söyleyebilir.	Verilen sözel bilgiyi (soruda şekil ile ilgili verilen bilgiler, sembol gösterim ve kavramlar) görsel bilgiye doğru çevirebilir.	Verilen geometrik bir şekli parçalara ayırabilir ve başka bir şekil oluşturabilmek için bu parçaları tekrar birleştirebilir.	Geometrik bir şekli bir araç yardımı ile kurabilir.
Verilen geometrik şeklin boyutunu söyleyebilir	Şeklin görünüşüne aldanarak geometrik ilişkilere yönelik çıkarımlarda bulunmaz	Şeklin bazı bölümlerine odaklanabilir ve yeni geometrik nesneler ekleyerek ya da silerek şekli değiştirebilir.	Bir geometrik şeklin bir araç yardımı ile kuruluşunu tarif edebilir.
	Şekil üzerinde verilen görsel bilgiyi sözel bilgiye sembol, gösterim ve matematiksel kavramları kullanarak doğru çevirebilir.	Verilen şeklin veya şekle ait alt parçaların konumunu ve yönünü değiştirebilir.	

Tablo 3. Şekle Bakma Süreçlerinin Göstergeleri (Karpuz, 2018)

Duval'e (1998) göre, şekle bakma süreçleri ile muhakeme süreçleri arasındaki etkileşim, bireyin geometrik bir problemi çözmede veya geometrik bir ilişkiyi ispatlamada sergileyeceği davranışı belirleyen önemli bir faktördür. Duval (1998), geometride öğrencilerin davranışlarını iki kategoriye ayırmıştır: "acemi davranışı" ve "matematiksel davranış." Acemi davranışı, geometride yeterli bilgi ve beceriye sahip olmayan öğrencilerin tutumlarını ifade ederken, matematiksel davranış, bu alanda yeterlilik kazanmış öğrencilerin düşünme ve problem çözme süreçlerini temsil eder. Duval (1998), bu iki davranış arasındaki ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır:



Tablo 4. Matematiksel ve Acemi Davranış Biçimleri (Karpuz, 2018)

Tablo 4 'de acemi davranış modeli görsel algı ile başlamamakta (0), bunun yerine işlevsel algı ile doğal muhakeme süreci arasındaki etkileşimle (2) ilerlemektedir. Buna karşılık, matematiksel davranış modeli sözel algı ile başlayıp teorik süreçle etkileşim halinde devam etmektedir (3). Matematiksel davranış içerisinde yer alan işlevsel algı süreci, teorik muhakeme sürecini doğrudan etkilememektedir. Bu nedenle, işlevsel algı ile teorik muhakeme süreci arasındaki ilişki, diğer etkileşimlerden farklı olarak kesik çizgili bir ok ile gösterilmiştir (2'). İşlevsel algı, teorik akıl yürütme sürecinde kullanılacak tanım ve teoremleri belirlemek için temel çıkarımlarda bulunmayı sağlar (Karpuz & Güven, 2016).

Ayrıca kesikli ok, işlevsel algı ile sözel algının her iki davranış modelinde de birbirinden bağımsız olduğunu göstermektedir (Duval, 1998).

2.1.İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırma konumuzu oluşturan Duval'in Bilişsel Modeli ve Çokgen Öğretimine ilişkin diğer yaklaşım ve metotlarla yapılan araştırmalara aşağıda yer verilmiştir.

Akdemir & Narlı (2022) çalışmalarında, Duval'in bilişsel kuramıyla çokgenler konusunda öğrencilerin zihinsel süreç ve akıl yürütmelerini incelemişlerdir. Çalışma sekizinci sınıftaki 15 öğrenciyle gerçekleşmiştir. Bu çalışmada, araştırma amaçları doğrultusunda geliştirilen yedi açık uçlu sorudan oluşan anket ve yarı yapılandırılmış görüşme kullanılarak veriler toplanmış ve içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda katılımcıların paralelkenar, beşgen ve altıgen gibi geometrik şekilleri yamuk tanımından daha kolay tanımlayabildikleri görülmüştür. Bu bulgular, öğrencilerin şekil tanımlama ve bilgi süreçlerindeki bilişsel farklılıkların anlaşılması için önemli bilgiler sunmaktadır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin çokgen çizimlerini zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırarak, tek tip düşünmenin önüne geçtikleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bazı öğrenciler yalnızca Duval'in tanımladığı görsel algılarla sınırlı kalmış ve kendi zihinsel süreçlerine uygun bir şekilde muhakeme yapmada zorluk yaşamıştır.

Mutluoğlu & Erdoğan (2020) çalışmasında, altıncı sınıf öğrencilerinin dörtgenler konusundaki geometrik akıl yürütme süreçleri, Fischbein'in şekilsel kavram teorisi ışığında ele alınmıştır. Araştırmada, öğrencilerin paralel kenar, dikdörtgen ve kare kavramlarına yönelik geometrik muhakeme süreçlerinin nasıl şekillendiği sorusuna yanıt aranmaktadır. Araştırma sonucuna göre başarı düzeyi düşük öğrenciler geometrik muhakemelerinde genellikle tek tip düşünmeye sahip olan prototip şekil etkisinin öne çıktığı görülmüştür. Bir kavrama ait belli başlı örnekleri akıllarında tuttukları gözlemlenmiştir. Orta düzey ve üst düzey başarıya sahip öğrencilerin geometrik akıl yürütmelerinin çoğunlukla kavramları doğru bir şekilde kontrol ederek yapıldığı, ancak zaman zaman prototip (tek tip düşünme) şekil etkisinden de etkilendikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin verdikleri cevapların altında yatan sebeplerini açıklamaları için fırsat verildiğinde geometrik şekillerin kavramsal yönüne daha çok odaklanarak üst düzey geometrik muhakeme yapabildikleri görülmüştür.

Karpuz vd. (2014) çalışmalarında, öğrencilerin geometrik şekil ve kavram bilgilerini nasıl kullandıklarını incelemişlerdir. Araştırmada, öğrenciler iki gruba ayrılmış ve bir gruba içinde şekil barındıran sorular sorulmuş, diğerinde ise içerisinde şekil olmayan açık uçlu sorular sorulmuştur. Elde edilen sonuçlar öğrencilerin geometrik şekil içeren soruların çözümünde daha başarılı oldukları yönündedir. Şekilli sorularda öğrenciler daha çabuk sonuca ulaşmışlardır. Şekilsiz soruların çözülmesinde karşılaşılan zorlukların, öğrencilerin kavramsal bilgi içeren şekli çizememesinden veya hatalı çizmesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin şekilli sorular üzerinde yaptığı çözümleri rastgele ve ezbere dayalı yaptığından, şekil içermeyen sorularda kavramsal bilgi eksikliği olduğu belirlenmiştir.

Budak (2010),6. sınıf Geometer's Sketchpad ile oluşturulan çokgen etkinliklerinin öğrencilerin geometri derslerinde bilgisayar kullanımına yönelik tutumlarına ve akademik performanslarına etkisini incelemiştir. Araştırmada nicel araştırma yaklaşımı, deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada ön-test ve son-test uygulanmıştır. Araştırma örneklemini bir devlet ortaokulunda öğrenci olan 60 kişi oluşturmuştur. Bu 60 öğrenciden 30'u kontrol, 30'u deney grubunu oluşturmuştur. Deney grubundaki öğrencilere çokgenler konusuna ait öğrenme öğretme sürecini bilgisayar destekli öğretim ile yaparken, kontrol grubuna geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, bilgisayar destekli öğrenim gören öğrenciler ile geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilerin bilgisayar destekli geometri öğretimine yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Araştırma bulgularında akademik başarılar incelendiğinde bilgisayar destekli öğretim ile öğrenim gören öğrenciler ile geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrenciler arasında akademik başarılarında anlamlı derecede bir fark görülmüştür. Bu fark bilgisayar destekli öğrenim görenlerin lehinedir. Bilgisayar destekli öğrenim ile öğrencilerin dikkat ve ilgilerinin canlı tutulduğu görülmüştür.

Ergün (2010) çalışmasında, 7. Sınıf öğrencilerinin çokgenler konusunu tanımlama, algılama ve sınıflama biçimlerini incelemiştir. Bu çalışmada, kare, dikdörtgen, paralelkenar ve eşkenar dörtgen arasındaki yapıyı içselleştirmekte zorlandıkları görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin çokgenleri algılama becerileri ile sınıflama becerileri arasında pozitif korelasyon olduğu kanısına varılmıştır.

Z. Karaca vd. (2020), çokgen öğretimi ile ilgili çalışmalarında, çokgenler konusunun öğretiminde kullanılan kavram karikatürü ile öğretimin, öğrencilerin akademik başarısı üzerinde etkisini incelemişlerdir. Araştırma yöntemi nicel ve nitel olarak birlikte ele alınmıştır. Bu çalışmada, ön-test ve son-test yapılmış, 15 tane deney grubu ve 15 tane kontrol grubu için öğrenci seçilmiştir. Araştırma sonunda kavram karikatürü ile gerçekleştirilen öğretim süreciyle deney grubunun, kavram karikatürü kullanmayan kontrol grubuna göre akademik başarısının anlamlı derecede farklı olduğu gözlenmiştir.

Esen & Saralar (2021), araştırmalarında 5 ve 6.sınıflara çokgenler konusunun öğretimi için sürdürülebilir bir gelecek hazırlama amacına yönelik ders planları hazırlamıştır Bu ders planları çokgenler konusu ile ilgili olup farklı bakış açılarıyla hazırlanmıştır. Ana teması çokgenler olan bu ders planı; gerçekçi, araştırmacı, teknoloji destekli ve aktif öğrenme prensiplerini benimseyen RETA Modeli ile hazırlanmıştır. Bu araştırmanın sonucu olarak bu amaçla ve bu modelde hazırlanan ders planları, eğitimin kalitesinin yükselteceğine ve matematik eğitimine fayda sağlayacağına inanılmaktadır.

Kavram haritasını geometri öğretim sürecinde kullanan Şekerci (2021) çalışmasında kavram haritasının, matematiğin alt öğrenme alanı olan geometri çokgenler konusunun işlenişinde öğrencilerin akademik başarılarına ve ilişkilendirme becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırmada nicel yöntem çerçevesinde çalışılmıştır. Araştırmanın modeli ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Kontrol grubuna geleneksel öğretim programı uygulanmaya devam edilmiş, deney grubuna ise kavram haritalarıyla öğretim yapılmıştır. Araştırma sonucunda ise kavram haritaları deney grubunda anlamlı farklılık göstermiştir. Bu sonuçtan hareketle kavram haritalarının daha fazla kullanılması öğretimi destekleyici ve faydalı olacağı düşünülmektedir.

Zunlu (2022) ‘nun matematik öğretmenleri ve ortaokul öğrencileriyle yürüttüğü bu çalışmada zihnin geometrik alışkanlıklarını geliştirilmesi amacıyla oluşturulan problem çözme tabanlı öğrenme ortamının etkililiği incelenmiştir. Karma yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın nicel kısmında ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Nitel boyutu ise araştırma yöntem desenine uygun bulunmuştur. Deney grubuna probleme dayalı geometri öğretimi uygulanırken, kontrol grubuna yedinci sınıf Millî Eğitim Bakanlığı ders kitabındaki etkinlik ve yöntemler ile ders işlenmiştir. Uygulama sonucunda deney grubunda uygulanan problem çözmeye dayalı geometri öğretimi, deney grubu için etkili ve iyi yönde anlamlı etki ettiği gözlemlenmiştir.

Karakuş & Korkutan (2021), çalışmalarında ortaokulda kullanılan ders kitaplarında yer alan geometri ve ölçme kazanımlarına ait kavram ispatlarının, muhakeme ve analitik çerçevesi kapsamında incelemişlerdir. Çalışmada 7. Ve 8. Sınıfa ait Millî Eğitim Bakanlığı’nın matematik ders kitabında bulunan geometri öğrenme alanlarında ispat etkinliklerine ne sıklıkla yer verilip verilmediği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda ise ders kitaplarının çok az bölümünde ispat etkinliklerine yer verildiği görülmüştür.2018 öğretim programında yenilenen ders kitabında 2013’e göre daha az ispata yönelik etkinliklerin olduğu saptanmıştır.

Yildirim & Yavuzsoy Köse (2017) çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerin çokgen problemleri çözmedeki matematiksel düşünme süreçlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada sekiz öğrenci ile klinik görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere birtakım problemler sunulmuş bu problemlerin benzerliklerine ve farklılıklarına göre bir çıkarımda bulunmalarını, genellemeye varmalarını istemişlerdir. Elde edilen veriler analiz edilmiştir. Öğrencilerin önceden bildiği aşina olduğu problemleri anlamada problem yaşamadığı görülmüş, fakat farklı bir problem karşılarına geldiğinde zorlanmışlardır. Çokgenlerde ulaşılması istenenlere şekil çizerek ulaşıp örneğin beşgenin içerisinde oluşturduğu üçgen sayısı üç iken, n kenarlı bir çokgenin içerisinde oluşturacağı üçgen sayısını cebirsel olarak ifade etmede zorlanmışlardır. Araştırma bulgularında elde edilen verilere göre öğrencilerin geometrik bakış açısıyla muhakeme ettiği, ulaştığı genellemelerde akla yatkın açıklama yapabilirken, yalnızca sayısal bakış açısıyla ulaşılan çıkarımların asıl sebeplerini açıklama da yetersiz oldukları görülmüştür.

Tutan (2019) çalışmasında, öğrencilerle yapılan çalışmalardan farklı olarak öğretmenlerle geometri öğretiminde Duval'in savunduğu bilişsel ve algısal süreçler ışığında mevcut davranışları ortaya çıkarmak ve değerlendirmek için bu araştırmayı yapmıştır. Bu çalışmada Duval tarafından ortaya konan Bilişsel Model (Bilişsel ve Algısal Süreçler açısından) incelenmesi ve bilime katkı sağlamak amacıyla beş matematik öğretmeni ile çalışma yapılmıştır. Nitel araştırma olduğundan durum çalışması yapılmıştır. Çalışma boyunca öğretmenleri video kayda almışlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında çalışmada yer alan matematik öğretmenlerinin ders sırasında en çok görselleştirme ve muhakeme süreçlerine yer verdikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğretmenlerin geometri öğretiminde önem verdiği yerler Duval'in Bilişsel Modeliyle uyuşmaktadır.Nihayetinde Duval'in Bilişsel Modeli'nde yer alan tüm bu süreçler öğrencilerin geometride çıkarımda bulunmalarına, genelleme yapmalarına, akıl yürütmelerinin ve zihinsel süreçlerinin doğru şemalar oluşturmasında önemli etkiye sahiptir.

Güler (2016) çalışmasında, ortaokul geometri ve ölçme alanına ait kazanımların öğretimi için, Türkiye'ye uygun, öğretmenlerin kendilerine göre uyarlayıp geliştirebilecekleri, uygulanabilir ve belli bir kurama bağlı olmaktan ziyade tüm kuramlardan beslenerek bir araya getirilmiş etkili bir geometri dersinin özelliklerini belirlemeyi hedeflemiştir. İki bölümde yapılan bu çalışmanın nitel kısmı durum çalışmasına, nicel kısmı ise yarı deneysel desendir.

Araştırmada 8 matematik öğretmeni yer almıştır. Öğretici ve açıklayıcı olarak iki gruba ayrılmışlardır. Matematik öğretmenleri ders saatleri boyunca bir gözlem formu ile izlenilmiş, öğretmen, öğrenci ve veli ile derse ilişkin görüşler alınmıştır. Elde edilen veriler ile etkili bir geometri ders işlenişine ait özellikler belirlenmiştir. Bunun üzerine ders planı yeniden tasarlanmıştır. Tasarlanan bu ders özellikleri akademisyenlerle birlikte paylaşılarak hayata geçirmeleri için matematik öğretmenlerine verilmiştir. Öğretmenler iki adet deney ve iki adet kontrol grubu olmak üzere öğretimlerini gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda deney gruplarında öğrencilerin iyi yönde öğrenim düzeylerinde anlamlı farklılık görülmüştür.

Rukiye Eda vd. (2018), araştırmalarında matematik öğretmenlerinin çokgenler konusu alt başlığı altında yer alan matematiksel formüller ve özelliklere ait kavramsal anlamalarını incelenmiştir. Bu araştırmaya altı matematik öğretmeni katılmıştır. Araştırma yaklaşımı nitel araştırma yöntemi olup durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırma çokgen kazanımına ait iç açılar toplamı formülünü, n kenarlı bir konveks çokgenin tüm köşegenlerinin sayısının toplamı formülü, n kenarlı bir çokgenin bir köşesinden çizilen üçgen ve köşegen formülü gibi içerisinde sorular barındıran görüşme formu hazırlanmıştır. Toplanan veriler analiz edilmiştir, araştırma sonunda ise bazı matematik öğretmenlerin bu formüllerin altında yatan kavramsal ilişkileri mantıklı bir şekilde aktardığı, bazıları ise sadece ezberinde var olduğu ortaya çıkmıştır. Bu öğretmenler formüllerin nereden geldiğini açıklamakta oldukça zorlanmışlardır.

Berkün (2011),çalışmasında ilköğretim 5. ve 7.sınıf öğrencilerinin çokgenler üzerindeki imgeleri ve sınıflandırma stratejilerini, bu imgeler ve stratejiler arasındaki korelasyonel ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın nicel kısmında tarama yöntemi; nitel kısmında örnek olay kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin sınıf düzeyi ve cinsiyete göre farklılıkları da araştırılmıştır. Çalışma sonucuna göre araştırmacı, öğrencilerin çokgenleri sınıflandırmada kullandığı 10 stratejiyi belirlemiştir. Çalışma bulgularına baktığımızda öğrencilerin çokgenleri sınıflamada öğrenci gelişim ve cinsiyet özellikleriyle ilgili bir fark görülmediği tespit edilmiştir.

Ay & Başbay (2016),7.sınıf öğrencilerinin çokgenler kazanımı ile ilgili kavram yanılgılarını ve bu yanılgıların gerekçelerini belirlemek üzere bu çalışmayı yapmıştır. Çalışmada, ardışık açıklayıcı desen kullanılmıştır. Araştırma örneklemini 424 öğrenci oluşturmuştur. Verilerin toplanmasında kavram yanılgılarını belirleme testi ve görüşme formu kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin kavram yanılgıları yaşamasının sebebi; çokgenlere ait temel kavramların, bu kavramların sınıflandırılması ve arasındaki bağlantıların belirlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Göksu & Köksal (2016) çalışmalarında, kavram karikatürlerinin çokgenler üzerinde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada eylem araştırması yapılmıştır. Araştırma sonucunda kavram karikatürlerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini güçlendirdiğini ve iyi yönde etkiledikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte kavram karikatürleri bilişsel duyuşsal ve sosyal anlamda öğretime yardımcı olduğu görülmüştür.

Gürefe (2018) çalışmasında, akranlarıyla öğrenim gören gelişimi normal seyreden öğrencilerden farklı olarak, işitme engeli olan öğrenciler üzerine çalışma yapmıştır. Matematik alt öğrenme alanı olan geometride çokgenler konusunda işitme engelli öğrencilerin bu konuya ait bilgilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji kullanılmış ve örneklem 3 öğrenciden oluşmaktadır Sonuç olarak, lise düzeyindeki işitme engelli öğrenciler arasında çokgenler bilgisi genel olarak zayıf olmasa da bazı alanlarda eksiktir. Özellikle eşkenar dörtgen, yamuk ve paralelkenar gibi şekiller ve özellikleri, hakkında hiç bahsedilmemesi dikkat çekicidir. Ancak öğrencilere uygun eğitim ortamı ve desteği sağlanırsa başarılı olmaları mümkündür. Burada dersine giren öğretmenlerin matematik ve geometri kavramlarını öğretme öğrenme sürecinde dikkatli olmaları ve kavramların farklı temsil biçimlerini göstermesi önem arz etmektedir.

Genç & Öksüz (2016), çokgen öğretiminde kavram yanılgıları üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar beşinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin çokgen ve dörtgen konularında ortaya çıkan kavram yanılgılarını ve bu kavram yanılgılara sebep olan zihinsel süreçleri tespit etmeye çalışmıştır. Çalışmada kullanılan veri toplama yöntemi teşhis testinden oluşmuştur. Örneklem Aydın ilindeki 200 tane 5. sınıf öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma sonucunda tek tip düşünme baskın olmuştur. Öğrencilerin klasik gösterimde olmayan çokgenlerin özelliklerine ait zihinlerinde oluşan kavram yanılgılarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak köşegen ve yükseklik kavramlarını sadece belli bir noktada bildikleri sonucuna varılmıştır. Örnek olarak üçgeni sadece bir köşesinden yükseklik çizeceğini düşünmüşlerdir farklı bir örnek olarak karenin bir dikdörtgen olmadığını düşünmektedirler.

Kartal (2017) çalışmasında, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının çokgenlerle ilgili bilgileri irdelemiştir. Örneklemi 33 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada durum çalışması kullanılmıştır. Katılımcıların tanım, matematiksel ilişki, matematiksel işlem ve süreçleri bilmeyi gerektiren sorular sorulmuştur. Veriler analiz edildiğinde adayların tanım bilmeyi gerektiren sorularda diğer sorulara göre daha iyi başarı gösterdiği incelenmiştir. Diğer sorularda ise doğru cevabı ulaşsalar bile nedenini açıklayamadıkları gözlemlenmiştir.

Genç & Öksüz (2016), Dinamik geometri yazılımının öğretim sürecinde kullanılmasıyla ders başarısına tesirini incelemek amacıyla beşinci sınıf çokgenler konusu ile çalışma yapmışlardır. Çalışmada ön-test son-test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda dinamik geometri yazılımı ile öğrenim gören deney grubu katılımcıları, dinamik geometri yazılımı ile öğrenim görmeyen kontrol grubu katılımcıları arasında deney grubu lehine fark vardır. Deney grubunda daha kalıcı öğrenmeler meydana gelmiştir.

Duatepe ve Paksu (2018), çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının çokgen bilgileri üzerine incelemesini yapmışlardır. Bu araştırmada, nicel araştırma yöntemine ait olan tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemi 60 tane öğrenciden oluşmuştur. Toplanan veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının yüzde yirmi beşinin çokgenin üç kenarlı ve kapalı bir şekil olması gerektiğini bilmedikleri tespit edilmiştir. Son olarak, öğrencilerin hemen hemen hepsi kenarları doğrusal olmayan şekillerden bazılarını çokgen olarak belirtmiştir.

Karakuş (2014), İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometrik İnşa Etkinliklerine Yönelik Görüşlerini incelemiştir. Araştırma ilköğretim matematik öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan 63 tane öğrenci üzerinde yapılmıştır. Katılımcılara açık uçlu sorular yöneltilmiş cevaplamaları istenmiştir. Araştırma sürecinde toplanan veriler betimsel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğretmen adaylarının geçmiş deneyimlerinde bu tür inşa etkinlikleriyle çok fazla karşılaşmadıklarını, geometrik inşa etkinliklerine yönelik olumlu düşüncelerinin olduğunu ve bu çalışmaların geometri konularının öğrenilmesine yardımcı olacağını düşündüklerini göstermektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının inşa etkinliklerinde karşılaştıkları en büyük güçlüklerin ise pergel ve ölçüsüz cetveli kullanma ve inşa aşamalarına karar verme oldukları belirlenmiştir.

Korucu Sevcan vd. (2009), karikatürle öğretim ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkilerini incelemişlerdir. Ders başarısının yanında matematiğe karşı özyeterlik, tutum ve derse karşı hissedilen kaygı üzerinde de inceleme yapmıştır. Araştırma nicel araştırma yaklaşımı olup, ön test- son-test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemi 60 tane 7. sınıf öğrenci oluşturmuştur. Deney grubunda çokgenler konusu öğretme öğrenme sürecinde karikatür kullanılmış, kontrol grubunda ise bilgisayar destekli öğretim yöntemi yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre deney ve kontrol grubunda matematik başarılarına ait belirgin fark olmadığı görülmüştür. Matematiğe karşı tutumlar arasında anlamlı düzeyde farklılık belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu arasında matematiksel kaygı açısından incelendiğinde ayırt edilecek bir fark görülmemiştir.

Cannon vd. (2021), yapmış olduğu genç ergenlerin ortaokulda çokgenlerin kavram imge görüntüleri üzerine yapılmıştır. Bunun için altı, yedi ve sekizinci sınıf ders kitaplarını bu amaç doğrultusunda incelemiştir. Araştırma sonucunda ise farklı temsil biçimleriyle ele alınan çokgen görüntülerinin olmadığı ve bu konuda öğrencilerin daha somut ve kalıcı öğrenmeler yapamadığı bulunmuştur.

Polikoff (2006), çalışmasında ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine çokgenler konusu için hazırlanmış ders planının öğrenciler üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Ünite boyunca hazırlanan ders planında öğrencilerin çeşitli çokgenlerin özelliklerini tanımalarını, çokgenler arasındaki ilişkiyi bulmaları, açı ölçülerini anlamaları vb. süreçleri içermektedir. Öğrenci ilgi ihtiyaçlarına yönelik oluşturulan bu ders planları öğrencinin aktif öğrenmesine olanak sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bernabeu vd. (2021), çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin çokgen kavramını anlama ve çokgen derslerindeki gelişmişlik düzeyleri araştırılmaktadır. Çalışmada nitel yöntem kullanılmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin çokgen kavramlarını nasıl sınıflandırdıklarını gözlemlemek amacıyla dört başlık altında inceleme yapmışlardır. Bu sınıflama çokgen kavramının kısmi yapılanması, çokgen kavramının genel yapılanması, kısmi çokgen sınıflarının yapılandırılması ve çokgen sınıflarının genel yapılanması olarak incelenmiştir. Bu düzeyleri, bilişsel kavrayışların, boyutsal yapı çözümlemenin ve matematiksel dil kullanımının, çokgen sınıflarının anlaşılmasında mekânsal yapılandırmanın zihinsel sürecine nasıl müdahale ettiğini ayrıntılı olarak açıklamışlardır.

Darmawan vd. (2020) çalışmalarında, öğrencilerin çokgenin çevre problemi çözmede doğruluk hissi olarak adlandırdıkları FOR düzeylerini araştırmışlardır. Bu çalışmada nitel araştırma, keşfedici durum çalışması yapmıştır. Bu çalışma, öğrencilerin matematiksel problemleri çözerken sahip oldukları güven ve bilişsel süreçlere dair ayrıntılı bir anlayış sunmaktadır. Araştırma sonucunda düşük doğruluk, orta doğruluk ve yüksek doğruluk düzeyleri olmak üzere üç düzey belirlenmiştir. Bu FOR seviyelerinin özelliklerini analiz ederek, öğrencilere uygun öğrenme stratejileri tasarlanabilir ve özellikle çokgenlerin alanı ve çevresiyle ilgili matematiksel problemlerde karşılaşılan öğrenme güçlükleri minimize ettiği görülmüştür.

Wegner (2022) çalışmasında, dinamik geometri ortamları kullanırken öğrencilerin dinamik geometri yazılımı kullanımı, gerekçeleri ve kendilerine olan güvenlerini araştırmıştır. Çalışmada hem Öklid hem de Öklid dışı geometrilerin dinamik geometri kullanılmasıyla öğrencilerin özgüvenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Dinamik geometri araçları kullanılarak gerçekleşen öğretim sürecinin uygulandığı grubun, dinamik geometri araçları kullanılmayan gruba göre daha başarılı oldukları ve öğrencilerin özgüvenlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Erbas & Yenmez (2011) çalışmalarında, dinamik geometri ortamları kullanmanın etkilerini incelemiştir. Çokgenler ve çokgenlerde eşlik ve benzerlik konusu araştırılması için altıncı sınıf 66 tane öğrenci örneklem olarak seçilmiştir. Araştırmada ön-test son-test deney ve kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Sonuçlar, dinamik geometri ortamlarının açık uçlu sorularla birlikte öğrencilerin çokgenler ve çokgenlerin eşlik ve benzerliği konusundaki başarılarını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Deney grubundaki öğrenciler, kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla ilgi ve motivasyon gösterdikleri gözlenmiştir.

BÖLÜM 3

3.YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, evreni ve örneklemi, araştırmanın çalışma grubu, veri toplama araç ve teknikleri, verilerin toplanması ve verilerin çözümlenmesi, verilerin geçerlik ve güvenirliği konularından bahsedilecektir.

Bu araştırma, Karaman Merkez ilçesi bir devlet ortaokulunda yapılmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin Duval'in bilişsel modeli ile tasarlanan ders etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisini ölçmek amacıyla yapılacak yarı deneysel bir çalışmadır.

3.1.Araştırmanın Modeli

Çalışmanın doğasına ve amacına uygun olarak nicel araştırma yöntemi esas alınarak yapılacaktır. Araştırmada kontrol gruplu ön test, son-test yarı deneysel deseni uygulanacaktır. Nicel araştırma, en genel haliyle nicel verilerin toplandığı analiz edip bir yargıya varıldığı araştırma türüdür (Sönmez & Alacapınar, 2019). Bilimsel araştırmalar dışarıdan bir müdahale durumunun olup olmamasına göre deneysel ve deneysel olmayan araştırmalar olmak üzere ikiye ayrılmışlardır. Deneysel olan araştırmalarda deney grubuna, bir duruma ait eğitim öğretim programı, yeni bir yöntem, strateji v. b. uygulanır. Sonucun araştırılan alana etkisi incelenirken, deneysel olmayan araştırmalarda böyle bir durum uygulanmaz. Deneysel araştırmalar, diğer yöntemlere nazaran en güvenilir ve kesin sonuçların bulunduğu araştırma türleridir. Araştırmacılar, deneysel araştırmalarında ölçülebilir, karşılaştırılabilir birtakım işlemler uygular ve bu uyguladığı işlemlerin etkisini analiz eder. Elde edilen bulgular araştırmacının kesin yorumlara ulaşmasını sağlar (Karadeniz vd., 2020).

Araştırmada kullanılan yöntem, bağımsız değişkene maruz kalan bir deney grubu ve bağımsız değişkenden etkilenmeyen bir kontrol grubundan oluşur. Yarı deneysel tasarımın temel özelliklerinden biri, grupların rastgele seçilmemiş olmasıdır. Ancak grupların ön-test puanları arasında anlamlı bir fark yoksa grupların eşdeğer olduğu düşünülebilir. Deneysel süreçte hem deney hem de kontrol gruplarının ön-test ve son-test puanlarındaki değişimler incelenir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını tespit etmek amacıyla bir analiz gerçekleştirilir (Bulduk, 2008; Christensen, 2004).

Araştırmamızda, uygulama öncesinde 7. sınıfın üç farklı şubesindeki öğrencilere akademik başarı testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre, akademik başarı testi puan ortalamaları birbirine en yakın olan iki grup seçilmiştir. Bu gruplardan biri deney grubu, diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Deney grubuna Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinlikleri ile öğretim, kontrol grubuna ise MEB yayınları 7.Sınıf Matematik Ders Kitabında bulunan ders etkinlikleri ile öğretim yapılmıştır. Araştırma deseni Tablo 5'te verilmiştir.

Gruplar	**Ön-Testler**	**Deneysel İşlem**	**Son-Testler**
Deney Grubu	Akademik Başarı Testi	Duval'in Bilişsel Modeline uygun hazırlanan Ders Etkinlikleri ile Öğretim	Akademik Başarı Testi
Kontrol Grubu	Akademik Başarı Testi	Geleneksel Öğretim Yöntemi	Akademik Başarı Testi

Tablo 5. Araştırmanın Deseni

3.2.Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın örneklemini 2023-2024 eğitim öğretim yılında Karaman Merkez ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 34 tane 7. sınıf öğrenciden oluşmuştur. Araştırmanın deney grubunu oluşturan gruba Duval'in Bilişsel Modeli ile tasarlanan ders etkinlikleriyle öğretim gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise Millî Eğitim Bakanlığı ders kitabına bağlı kalınarak çokgen öğretimi yapılıp, ders kitabı etkinlikleriyle öğretim gerçekleşmiştir.

Başlangıçta iki gruba da ön-test olarak araştırmacının hazırladığı akademik başarı testi (ABT) uygulanmıştır. Ardından bir hafta boyunca, deney grubuna Duval'in Bilişsel Modeline göre hazırlanmış etkinliklerle bu modelin ders planı uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise mevcut öğretim programına uygun MEB ders kitabı etkinlikleriyle geleneksel öğretim süreci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Konu öğretimi sonunda son-test olarak gruplara tekrar ABT uygulanmıştır.

3.3.Veri Toplama Araç ve Teknikleri

Çalışmanın problem durumuna çözümler geliştirmek ve uygulama sürecini kapsamlı bir şekilde analiz etmek için araştırmacı tarafından hazırlanan ABT kullanılmıştır. Bu test nicel verilerin sistematik bir şekilde toplanmasını sağlamış ve araştırma sorularının bilimsel bir temelde cevaplanmasını mümkün kılmıştır. Veri toplama sürecinde ön-test ve son-test yapılmıştır.

3.3.1 Akademik Başarı Testi

Araştırmaya katılan öğrencilerin, Millî Eğitim Bakanlığı (2018) matematik öğretim programında bulunan 7.sınıf geometri ve ölçme alt öğrenme alanında ‘’M.7.3.2.2.Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar’’ kazanımına ait başarısını ölçmek ve öğrenme kalıcılığını belirlemek amacıyla ön-test ve son-test olarak kullanılmak üzere çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan akademik başarı testi hazırlanmıştır.

Başarı testinin geçerliliği için, MEB’ de görev alan beş matematik öğretmeninin görüş ve önerilerine başvurulmuştur. Matematik öğretmenleri, soruların anlaşılır olup olmadığı ve ilgili kazanıma yönelik olup olmadığı konusunda geri bildirimde bulunmuştur. Bu görüş ve öneriler doğrultusunda, soru eklemeleri, testten çıkarma işlemleri ve düzeltmeler yapılarak başarı testi oluşturulmuştur. Ayrıca, kazanımlara uygun yeterli sayıda soru eklenerek testin kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Başarı testi sorularının oluşturulmasında önceki yıllara ait sınavlar ve MEB kazanım soruları göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Hazırlanan başarı testinin sorularının güvenirlik ve geçerliklerini araştırmak amacıyla örneklem okulundaki 7. sınıfa devam eden 55 tane öğrenciye pilot çalışma uygulanmıştır. Pilot çalışma sonunda testin güvenirliğini ölçmek için KR-20 testi uygulanmıştır.

‘’KR-20 testi: "Kuder-Richardson Formülü 20" olarak da bilinen istatistiksel bir ölçümdür ve sıklıkla psikometrik testlerde, anketlerde veya sınavlarda iç tutarlılığı (güvenilirliği) değerlendirmek için kullanılır. Bu test özellikle doğru-yanlış (ikili) cevap seçenekleri olan sorulardan oluşan değerlendirme araçlarında uygulanır ve testin güvenilirliğini ölçer. KR-20'nin temel amacı, bir testin iç tutarlılığını belirlemek, yani testin her bir öğesinin testin ölçmeyi amaçladığı kavramla ne kadar tutarlı olduğunu incelemektir(Çetin Bayram, 2022).’’

Bu teknik gerekli varsayımları karşıladığı için seçilmiştir. 20 sorunun güvenirlik analizi SPSS kullanılarak hesaplanmış ve KR-20 güvenirliği 0.83; ortalama güçlüğü 0.63 ve ortalama madde ayırt ediciliği 0.6375 olarak hesaplanmıştır.

Madde güçlük ve ayırt edicilik verilerinin kabul edildiği sorular Tablo 7'de verilmiştir.

Soru Numarası	Madde Güçlüğü(p)	Madde ayırt ediciliği	Soru Numarası	Madde Güçlüğü(p)	Madde ayırt ediciliği
1	0,72	0,25	11	0,72	0,80
2	0,50	0,77	12	0,72	0,68
3	0,50	0,48	13	0,67	0,34
4	0,56	0,75	14	0,61	0,51
5	0,72	0,59	15	0,50	0,66
6	0,61	0,40	16	0,56	0,62
7	0,61	0,74	17	0,67	0,69
8	0,56	0,74	18	0,67	0,73
9	0,61	0,75	19	0,72	0,75
10	0,56	0,82	20	0,44	0,68

Tablo 6. Akademik Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

3.4. Verilerin Toplanması

Uygulama öncesinde, araştırma da deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin çokgenler konusunda hazır bulunuşluğunu ve çokgenlerle ilgili temel becerileri ölçmek amacıyla ön-test uygulanmıştır. Ön-test yapıldıktan sonra öğretme öğrenme süreçlerine geçilmiştir. Öğrenme öğretme süreci için kazanıma ayrılan süre 4 ders saatidir. Deney grubuna Duval' in Bilişsel Modeliyle hazırlanan ders etkinlikleriyle öğretim yapılmıştır. Kontrol grubuna ise ders kitabı etkinlikleriyle daha çok sunuş yoluyla öğretimin etkin olduğu öğretim yapılmıştır. Uygulama sonrasında deney grubunda yapılan öğretimin matematik başarısına etkisini ölçmek amacıyla son-test yapılmıştır. Geleneksel öğretim ile ders kitabı etkinlikleriyle öğrenim gören kontrol grubuna da son-test uygulanmıştır. Ön-test ve son-test öğrencilerin çokgenler konusunu muhakeme ve zihinsel süreçlerini ölçecek biçimde yapılandırmacı eğitime uygun hazırlanmıştır. Ön-test ve son-test uygulandıktan sonra aradaki ilişkiyi ortaya çıkarmak adına veri analizi yapılmıştır.

3.5. Verilerin Çözümlenmesi

Duval'in Bilişsel Modeliyle hazırlanan ders etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisini incelemek için toplanan veriler SPSS.27 paket programı ile analiz edilmiştir.

3.5.1 Akademik başarı testinden elde edilen verilerin analizi

Uygulama öncesi ve sonrasında ölçme aracı olarak kullanılan Akademik Başarı Testinden her bir öğrencinin aldığı puanlar madde madde hesaplanmıştır. Araştırmada elde edilen verilerle ilgili hangi istatistiksel sürecin kullanılacağı, araştırmanın amacına ulaşabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Bu aşamalardan birisi de elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ile ilgilidir. Bunun sonucunda yapılacak olan istatistiki testler şekillenir (Taşpınar, 2017). Deney ve kontrol gruplarının Akademik Başarı Testi verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Eğer örneklem büyüklüğü 30'un altındaysa, verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını kontrol etmek için Shapiro-Wilk testi daha güvenilir bir yöntemdir. Bu testin sonucunda:

$p>0.05$ ise, veriler normal dağılıma uygundur ve normal dağılım varsayımı sağlanmıştır.

$p\leq0.05$ ise, veriler normal dağılıma uygun değildir ve parametrik testler yerine parametrik olmayan testler tercih edilmelidir.

Tablo 7'de görüldüğü gibi, araştırmamızın sonunda elde ettiğimiz ön-test ve son-test veri grupları normal dağılım göstermemektedir. Bu yüzden Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Bu nedenle, küçük örneklemlerde ($n < 30$), verilerin normalliğini değerlendirmek için Shapiro-Wilk testi öncelikli olarak kullanılmalı ve p-değeri dikkatle yorumlanmalıdır (Taşpınar, 2017).

Testler	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p
	Deney	18	0,965	0,690
Ön-Test	Kontrol	16	0,907	0,105
	Deney	18	0,850	0,008
Son-Test	Kontrol	16	0,956	0,582

Tablo 7. Deney ve Kontrol Gruplarının Akademik Başarı Testinden Aldıkları Puanların Shapiro-Wilk Testi Sonuçları.

Verileri incelediğimizde deney grubunun ön-test sonucu $p>0,05$ olduğundan normal dağılım göstermektedir. Son-test verilerinde ise $p<0,05$ olduğundan normal dağılım olmadığı görülmüştür. Kontrol grubunun ön-test ve son-test normallik dağılımı incelendiğinde normal dağılım olduğu görülmüştür. Bu durumda normallik varsayımları karşılanmadığı ve dağılım tutarsızlığı nedeniyle parametrik olmayan bir test kullanmak gereklidir. Bunun için, parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Araştırmamızın problemlerinden 1. ve 2. alt problemi ‘‘ Çokgen öğretiminde Duval’in Bilişsel Modeliyle hazırlanan ders etkinlikleri ile öğretim yapılan deney grubunun, öğrenci ders başarısına etkisi bakımından ön-test son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? ve ‘’Çokgen öğretiminde geleneksel öğretimle ders kitabı etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim kontrol grubunun, öğrenci ders başarısına etkisi bakımından ön-test son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?’’ sorularına cevap aramak amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar testi uygulanmıştır. Akademik başarı testinin normal dağılım göstermediği ve $n<30$ olması gerekçesiyle nonparametrik testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Araştırmamızda kontrol ve deney grubunun ön-test ve son-test başarı puanları arasında bir fark olup olmadığı bu test ile incelenmiştir.

Deney Grubunun Ön-Test ve Son-Test Puanlarının Karşılaştırılması

Duval’in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinlikleri ile gerçekleşen öğretimde deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası Akademik Başarı Testi ön-test ve son- test sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucu Tablo 8’de verilmiştir**.** Bu istatistik testi, deney grubuna yapılan öğretimin öğrenci başarısına etkisini ölçmek için yapılmıştır. ABT' nin, ön-testten son-teste başarı puanlarının artışı-azalışı hakkında yorum yapmamızı sağlamıştır.

Başarı Ön-Son Test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıra	2	1,50	3,00		
Pozitif Sıra	15	10,00	150,00		
Eşit	1				
				-3,485	
Toplam	18				<0,001

Tablo 8. Deney Grubunun Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Wilcoxon Testi Sonuçları

Negatif sıra: Bir katılımcının ön-test sonucunun, son-test sonucundan yüksek olması durumudur. Bu durum son-testteki performansın düştüğü anlamına gelmektedir. Burada deney grubunda iki öğrencinin ön-testi, son-test başarı puanından yüksektir.

Pozitif sıra: Bir katılımcının ön-test sonucunun, son-test sonucundan düşük olması durumudur. Bu durum son- testteki performansın ön-teste göre artış gösterdiği anlamına gelir. Burada deney grubunda 15 öğrencinin son-testi ön-test başarı puanından yüksektir.

Eşit: Ön-test ve son-test arasında bir değişimin olmadığı durumdur. Deney grubunda bir öğrencinin ön-test ve son-test başarı puanı arasında bir değişiklik yoktur.

Tablo 9'da deney grubunun ön-test ve son-test başarı puanları arasında ABT son-testinin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (z=-3,485,p=0,001). Sonuçlar, ön-son başarı testindeki ölçüm arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. P değeri çok küçük olduğundan, bu farkın şansa bağlı olması mümkün değildir. Bu durumda, ön-test ile son-test arasındaki farkların anlamlı olduğu ve gruptaki bazı katılımcıların test puanlarında büyük değişiklikler olduğu görülmektedir. Bu bulgu ile deney grubu öğrencileri üzerinde uygulanan Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinliklerinin öğrenci başarısı üzerinde etkili olduğunu elde ettik. Wilcoxon işaretli sıralar testine ek olarak akademik başarı test puanlarının artış gösterip göstermediğini incelemek amacıyla aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 9'da incelenmiştir.

	N	Ortalama	Standart Sapma
Ön-test	18	8,3889	3,56682
Son-test	18	14,7778	5,57891

Tablo 9. Deney Grubunun Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması

Deney grubunda uygulamadan önce yapılan ön-testin aritmetik ortalaması 8,3889 ve standart sapması ise 3,56682 çıkmıştır. Uygulama sonrasında yapılan son-testin aritmetik ortalaması 14,7778 ve standart sapması ise 5,57891 çıkmıştır. Bu, son-testin, ön teste kıyasla belirgin şekilde daha yüksek olduğunu gösterir. Bu fark, katılımcıların performansında bir artış olduğunu ve testin başarılı bir gelişim sağladığını göstermektedir. Son-testin daha yüksek standart sapması, bazı katılımcıların önemli bir gelişme gösterirken diğerlerinin test öncesi performanslarını önemli ölçüde iyileştirmediğini gösterebilir. Bu, bazı katılımcıların büyük bir gelişme gösterirken diğerlerinin testten sonra çok az değişiklik gösterdiği anlamına gelir. Aritmetik ortalama sonuçlarına baktığımızda deney grubunda gerçekleşen öğretme öğrenme sürecinin öğrenci başarısını arttırdığı gözlenmektedir. Aritmetik ortalama ve standart sapmaya bakarak görülen başarı puanlarının artışını, Wilcoxon İşaretli sıralar testinde bulunan sonuca destek olarak gösterilmiştir.

Kontrol Grubunun Ön -Test ve Son -Test Puanlarının Karşılaştırılması

7. sınıf matematik ders kitabının etkinlikleri ile gerçekleşen geleneksel öğretim sürecinde kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası Akademik Başarı Testi ön-test ve son-test sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucu Tablo 10'da verilmiştir**.** Bu testin uygulanması, kontrol grubunda yapılan öğretimin etkililiği hakkında yorum yapmamıza olanak sağlamıştır.

Başarı ön- son-test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıra	2	6,00	12,00		
Pozitif Sıra	13	8,31	108,00		
Eşit	1				
				-2,733	0,006
Toplam	16				

Tablo 10. Kontrol Grubunun Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Wilcoxon Testi Sonuçları

Tablo 10 incelendiğinde ön-test başarısı son-testten yüksek olan iki öğrenci, ön-test başarısı son-testten düşük olan 13 öğrenci ve ön-test ve son-test başarısı eşit olan bir öğrenci bulunmaktadır. P-değerinin 0,05'ten küçük olması, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu anlamına gelir. Yani, son-testin, ön-teste kıyasla anlamlı bir fark oluşturduğunu gösterir. Katılımcıların çoğunda (13) son-testte başarı artışı gözlemlenmiş, yani pozitif sıralar daha fazla. Negatif sıralar yalnızca 2 katılımcı için görülmüş, bu da son-testte başarıda bir düşüş olduğunu gösteriyor, ancak bu oran oldukça düşük. Z değeri=-2,733, testin güçlü olduğunu ve genelde son-testin daha yüksek sonuçlar verdiği bir durumu göstermektedir. Bu verilerle, son-test puanının ön testten anlamlı derecede yüksek olduğunu ve katılımcıların genel olarak başarılı bir gelişim göstermektedir. P değeri 0,006'dır ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu doğrular. Bu bulgu ile kontrol öğrencilerine geleneksel öğretim ile MEB tarafından hazırlanmış ders kitabı etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim yönteminin öğrencilerin matematik başarılarını artırmada etkili olduğu görülmektedir. Wilcoxon işaretli sıralar testine ek olarak kontrol grubunun, ön-testten son-teste başarı artışını aritmetik ortalama ve standart sapma değerine bakarak değerlendirildiğinde Tablo 11 sonucu gözlenmiştir.

	N	Ortalama	Standart Sapma
Ön-test	16	6,8125	3,81608
Son-test	16	10,500	3,82975

Tablo 11. Kontrol Grubunun Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması

Tablo 11 incelendiğinde kontrol grubunda uygulama sürecinden önce yapılan ön-testin aritmetik ortalaması 6,8125, standart sapması ise 3,81608 çıkmıştır. Uygulama sonrasında yapılan son-testin aritmetik ortalaması 10,500, standart sapması ise 3,82975 çıkmıştır. Son-testteki başarı artışı oldukça belirgin olup, bu artış anlamlıdır. Ancak, standart sapmaların birbirine yakın olması, test sonuçlarındaki yayılmanın çok fazla değişmediğini, yani katılımcılar arasındaki başarı farklarının son-testte çok büyük bir değişim göstermediğini de gösterir.

Sonuç olarak, iki bağımsız grupta iki ayrı öğretim yöntemi uygulanıp yöntemlerin grup içerisinde etkinliğini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bu sayede deney grubunda uygulanan öğretim sürecinin ve kontrol grubunda gerçekleştirilen öğretim sürecinin başarıyı artırmada etkisi ölçülmüştür. Deney grubuna uygulanan öğretim öncesi ve sonrası test puanlarına bakıldığında kullanılan Duval'in bilişsel modeli ile hazırlanan ders etkinliklerinin ve ders işlenişinin öğrenci başarısını artırdığı sonucu ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda gerçekleşen öğretim süreci öncesi ve sonrası test puanlarına bakıldığında süreçte gerçekleştirilen geleneksel öğretim yöntemi ve ders kitabı etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisi olumlu yöndedir. Hem deney ve hem kontrol grubunda yapılan öğretim sürecinin öğrenci başarısını artırdığı görülmüştür.

Ancak deney grubuna uygulanan öğretim yöntem ve kullanılan etkinliklerin, kontrol grubuna uygulanan öğretim yöntem ve etkinliklerine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Çünkü her iki grupta da son-test puanlarında artış gözlenmiş olsada, deney grubundaki öğrencilerin puanlarındaki artış daha belirgindir. Bu durum, deney grubuna uygulanan Duval'in Bilişsel Modelinin öğrencilerin akademik başarısını artırmada daha etkili bir yöntem olduğu görülmüştür.

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Araştırmanın alt problemlerinden ''Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son-test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?'' ve ''Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?'' sorularına cevap aramak amacıyla Mann Whitney-U testi uygulanmıştır. Akademik başarının normal dağılım göstermediği ve grupların $n<30$ olması sebebiyle bağımsız iki grubun arasındaki farkı ölçebilmek amacıyla Mann Whitney-U testi seçilmiştir.

Mann Whitney-U testi iki farklı öğretim yöntemi uygulanan sınıfların başarı puanlarının karşılaştırılması amacıyla yapılmaktadır. Deney grubuna Duval'in Bilişsel modeli ile hazırlanan ders etkinleri ile öğretim yapılmadan önce ve kontrol grubuna geleneksel öğretim yöntemi ile ders kitabı etkinlikleri ile öğretim yapılmadan önce ön-test başarı puanları arasında anlamlı bir farkın varlığını incelemek Mann Whitney-U testi uygulanmıştır. Burada ayrıca test sonucuna bakarak grupların denkliği hakkında yorum yapılabilir. Grubun denkliği yapılan öğretimlerin etkileri arasındaki farkı inceleyebilmek adına önemlidir. Grupların denk olmadığı durumda, deney grubuna ve kontrol grubuna uygulanan yöntemlerin etkisi, araştırmanın sonucunu doğru vermez.

Araştırmada öğretim öncesi kontrol ve deney grubunun ön-test başarı puanları arasında bir fark olup olmadığı bu test ile incelenmiştir. Ön-test sonunda grupların başarı düzeylerinin eşit olması gerekir. Aksi halde yapılan öğretimin bir anlamı olmaz.

Kontrol ve Deney Grubunun Ön-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön-Test	Kontrol	16	15,00	240,00		
	Deney	18	19,72	355,00		
					104,00	0,166

Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Tablo 12 incelendiğinde deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir. Bu, deney grubundaki kişilerin genel olarak daha yüksek puanlara sahip olduğunu gösterebilir. Ancak, p değeri bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirler. P değeri 0,05'ten büyük olan 0,166'dır (p> 0,05). Bu, deney grubu ile kontrol grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını gösterir. Başka bir deyişle, deney grubunun ortalama sıralaması kontrol grubunun ortalama sıralamasından yüksek olsa bile, bu fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmez. Sonuç olarak tablo 12'ye göre deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ön-test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre, deney grubu (sıra ortalaması = 19,72) ile kontrol grubu (sıra ortalaması = 15,00) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını elde ettik. (U = 104, p = 0,166). Bu durum gruplar arasında öğrenci başarısı bakımından bir farkın olmadığını göstermektedir.

Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Son-Test	Kontrol	16	12,88	206,00		
	Deney	18	21,61	389,00		
					70,000	0,010

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Başarı Puanlarının Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Tablo 13'e göre deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından anlamlı derecede yüksektir. Bu, deney grubunun performansının kontrol grubundan daha başarılı olduğunu göstermektedir. Deney grubundaki bireylerin sıra toplamlarının kontrol grubundaki bireylerden yüksek olması, deney grubundaki bireylerin daha iyi sonuçlara ulaştığını göstermektedir. U = 70 değeri deney grubunun kontrol grubundan daha yüksek performansa sahip olduğunu göstermektedir. Ancak istatistiksel anlamlılık için p değeri dikkate alınmalıdır. P değeri 0.010'dur ve 0.05'ten küçüktür ($p < 0.05$). Bu değer, deney ve kontrol grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Tablo 13'e göre deney ve kontrol gruplarının uygulama sonrası son-test başarı puanları arasında olduğundan anlamlı bir farklılık vardır. Deney grubundaki uygulama kontrol grubuna göre anlamlı bir farkla sonuçlanmıştır.

Mann-Whitney U testi sonuçları, deney grubu (sıra ortalaması = 21.61) ile kontrol grubu (sıra ortalaması = 12.88) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir ($U = 70$, $p = 0.010$). Bu sonuçlar, deney grubunda (Duval'in Bilişsel Modeli) uygulanan yöntemin kontrol grubuna (geleneksel yöntem) kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir.

Deney ve Kontrol Gruplarının Akademik Başarı Testinin Ön-Test ve Son-Test Puanlarının Genel Değerlendirilmesi

Deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön-test puanlarını ve son-test puanları Mann Whitney-U testi ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmaya ek olarak istatistik test sonuçlarını desteklemek amacıyla aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ile genel değerlendirilme yapılmıştır. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası Akademik

Başarı Testinden aldıkları puanların betimsel istatistik sonuçları gruplar bazında Tablo 14’te verilmiştir.

	N	Ön-Test Aritmetik ortalama	Ön-Test Standart Sapma	Son-Test Aritmetik Ortalama	Son-Test Standart Sapma
Deney Grubu	18	8,3889	3,56682	14,7778	5,56682
Kontrol Grubu	16	6,8125	3,81608	10,500	3,82975

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Test ve Son-Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Tablo 14’e göre grupların ön-test puan ortalamaları anlamlı düzeyde birbirinden farklılık yoktur. Bu iki grubun ön-test başarı düzeylerinin birbiri ile denk olduğunu gösterir. Öğrencilerin uygulama yapıldıktan sonraki test ortalamaları karşılaştırılacak olursa deney grubunun ortalamasının kontrol grubunun ortalamasına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu, deney grubunda uygulanan öğretim yönteminin, öğrencilerin akademik başarısını artırmada daha etkili olduğunu gösterir.

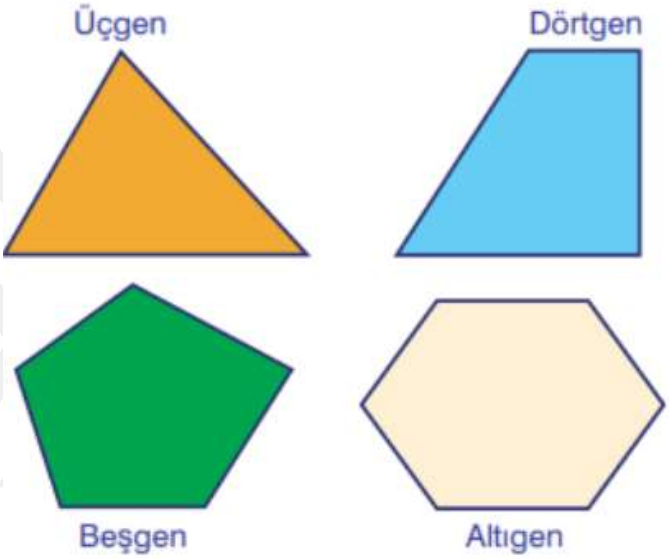
Deney grubunun özeline baktığımızda uygulama öncesi aritmetik ortalama sonucu, uygulama sonundaki aritmetik ortalama sonucundan daha küçüktür. Kontrol grubu incelendiğinde ise uygulama sonrası yapılan son-testin aritmetik ortalaması, uygulama öncesinde yapılan ön-testin aritmetik ortalamasından daha büyük çıktığı görülüyor. Deney grubu ön-testten son-teste aritmetik ortalama artışı, kontrol grubundaki ön-testten son-teste aritmetik ortalama artışından daha büyük bir artış gösterdiğini bulduk. Bu, deney grubunda kullanılan öğretim yönteminin etkisinin kontrol grubundan daha iyi olduğunu göstermektedir. Deney grubunda kullanılan öğretim yöntemi, kontrol grubunda kullanılan öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarısını daha etkili bir şekilde artırmaktadır.

3.6.İşlem Basamakları

2018 Matematik öğretim programında temel geometrik kavramlar ve çizimlerle ilgili kazanımlar, ortaokulun her kademesinde karşımıza çıkmaktadır. Çokgenler konusuna ait kazanımlar ise ortaokul 7.sınıf matematik öğretim programında yer almaktadır. Araştırmada 7.sınıf öğrencilerin ‘’M.7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.'' Kazanımı hakkında bilgi verilmiş, hedeften haberdar edilmiştir.

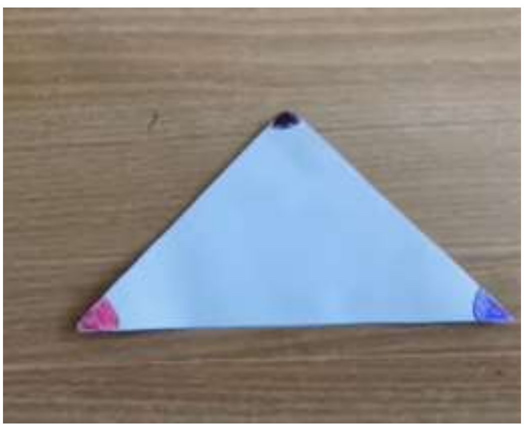
Duval'in Bilişsel Modeli ile Hazırlanan Ders Planı ve Ders Etkinlikleri ile Öğretim Sürecinin İşlem Basamakları:

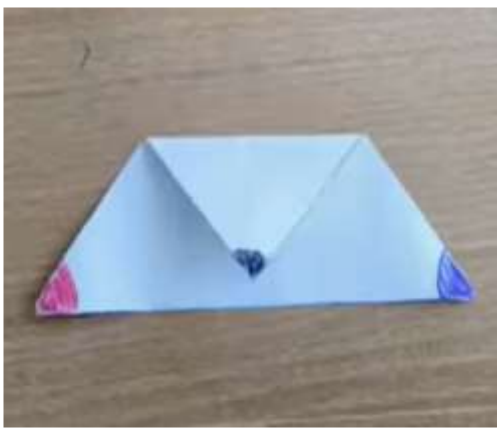
Çokgen kavramı hatırlatılır. ''En az üç doğru parçasının birbirini kesmeden uçlarından birleştirilmesiyle oluşturulan kapalı şekle çokgen denir.'' tanımı ile çokgenleri hatırlatacak görseller ile öğretime başlanır.

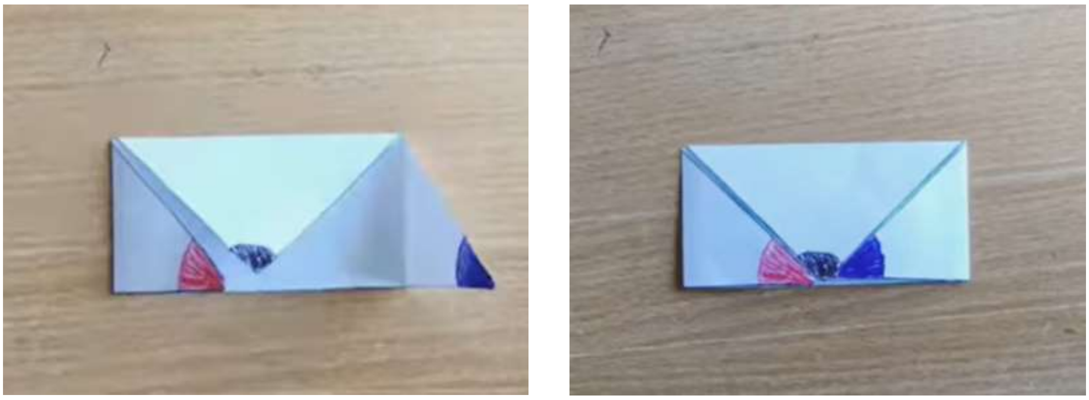


Görsel 1. Çokgen Örnekleri

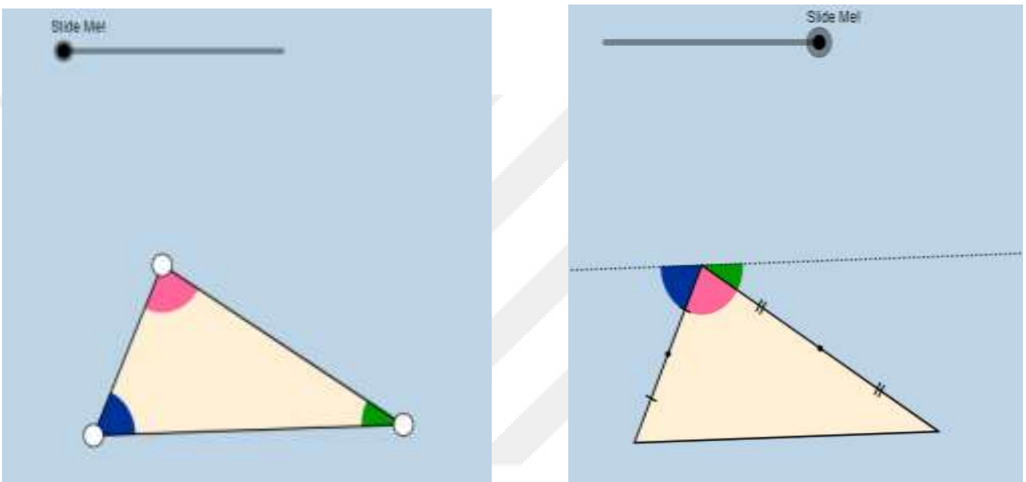
Bir önceki ''Düzgün çokgenlerin kenar ve açı özelliklerini açıklar.'' kazanım hatırlatılmıştır. Önceki yıllarda görülen ''Üçgenin iç açılar toplamı 180°'dir.'' kazanımı hakkında ön bilgileri yoklayıcı ve hatırlatmaya yönelik Geogebra ve kâğıt katlama materyalleri kullanılmıştır.





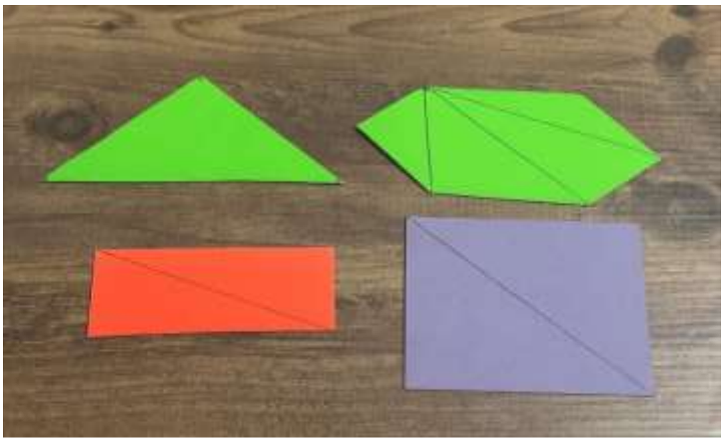


Görsel 2. Üçgenin İç Açılar Toplamının 180 ° Olduğunun Kâğıt Materyali ile Gösterimi



Görsel 3.Üçgenin İç Açılar Toplamının 180° Olduğunun Geogebra ile Gösterimi

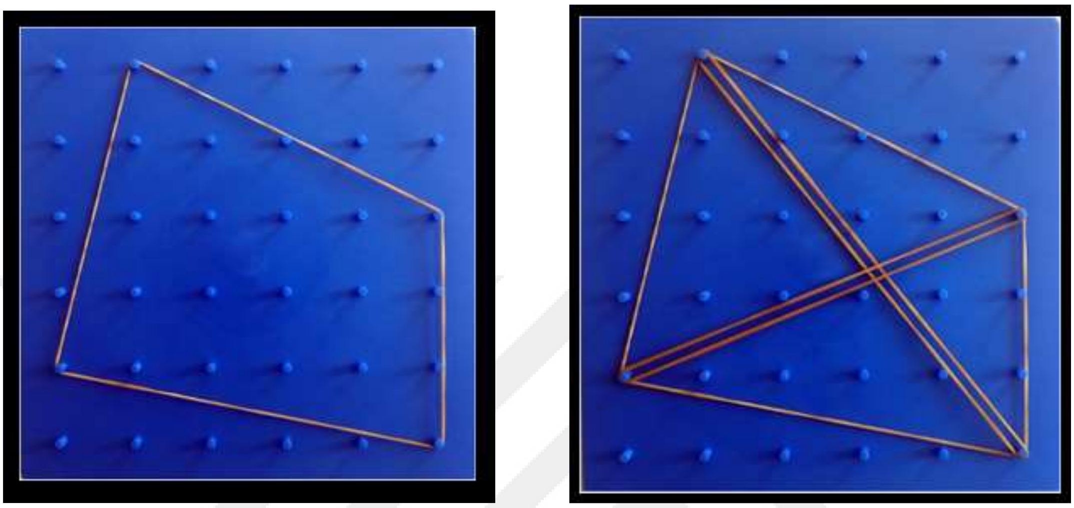
Öğrencilere kenar, köşe, köşegen kavramları ile ilgili ön hatırlatma yapılmıştır. Öğrencilerden çokgen üzerinde bir köşeden çizilen köşegen sayısını buldurmak amacıyla çeşitli çokgen örnekleri üzerinde inceleme yapılmıştır.



Görsel 4. Çokgenlerin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısını Bulma Üzerine Etkinlikler

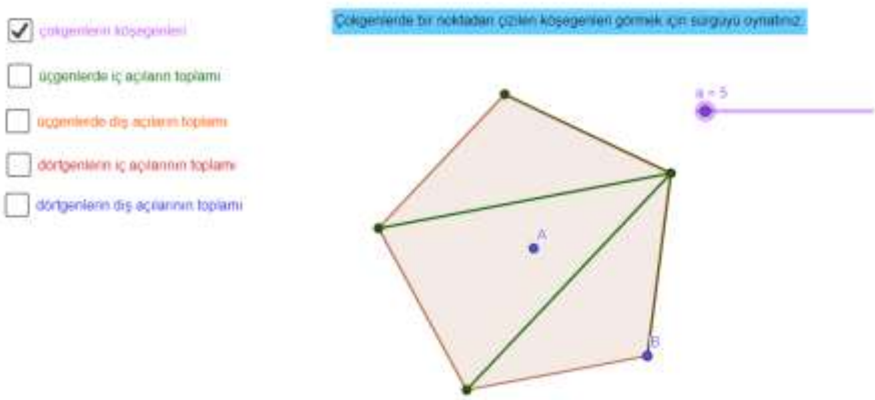
Bu etkinliklerden her öğrenci üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen ,sekizgen ve ongen üzerine bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bulmak amacıyla renkli kağıt, kalem ve cetvel kullanmıştır.

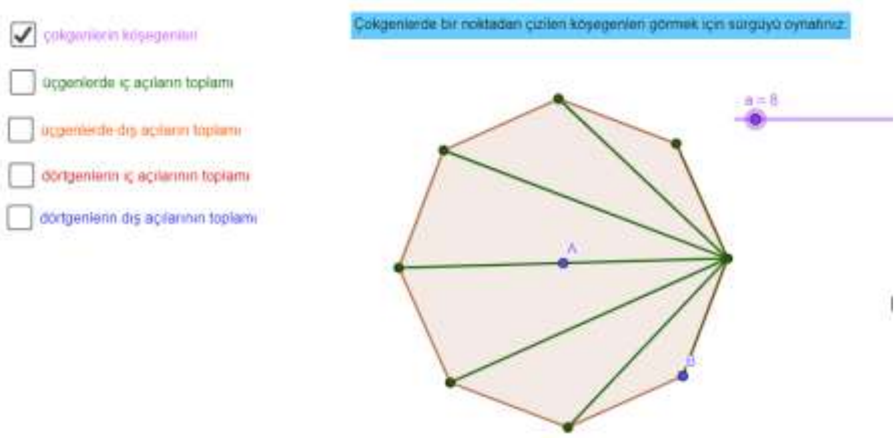
Öğretim sürecini daha da zenginleştirmek adına geometri tahtası ve paket lastiği kullanılarak çokgenler ve köşegenler oluşturulmuştur.



Görsel 5. Çokgen ve Köşegenleri Oluşturmaya Dair Etkinlikler

Burada on kenarlıdan otuz kenarlı çokgenlere kadar, bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bulmak amacıyla Geogebra etkinliği yapılmıştır. Burada öğrencilerin kenar sayısı sürgüsünü değiştirerek kenar sayısı ile bir köşesinden çizilen köşegen sayısı arasındaki ilişki fark ettirilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler kenar sayısının üç eksiğinin bir köşesinden çizilen köşegen sayısı olduğunu fark etmiştir.



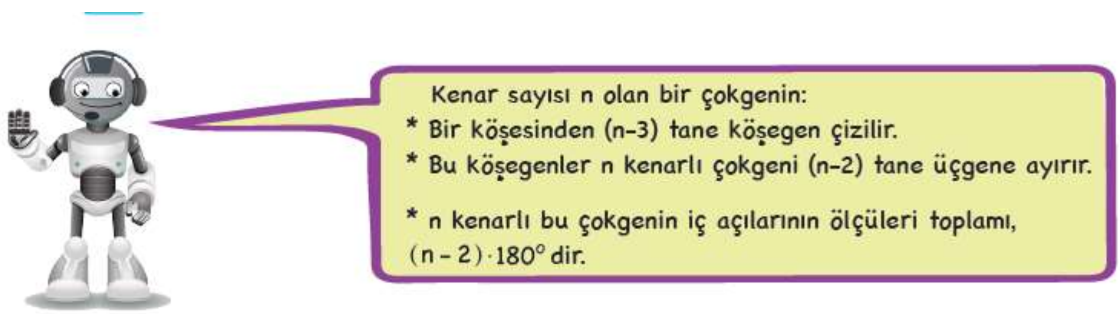


Görsel 6. Bir Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısının Geogebra ile Gösterilmesi

Bu etkinlik sonrasında, öğrencilerden aynı çokgenler üzerinde bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla oluşan üçgen sayısını bulmak için renkli kağıtlar, geometri tahtası ve Geogebra ile oluşturma etkinliklerine devam edilmiştir. Bu sayede öğrenciler, bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla kenar sayısının iki eksiği kadar üçgene ayırdığını fark ettirilmesi sağlanmıştır.

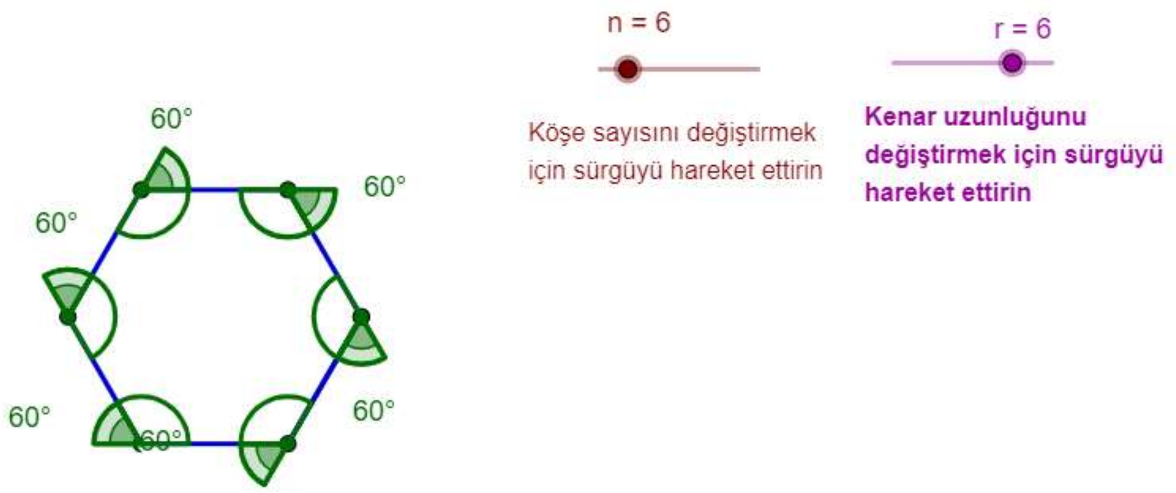
Öğrenciler, bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla oluşan üçgen sayısı ile üçgenin iç açılar toplamının çarpılması ((n-2).180) ile bir çokgenin iç açılar toplamını bulunmasını fark etmiş olurlar.

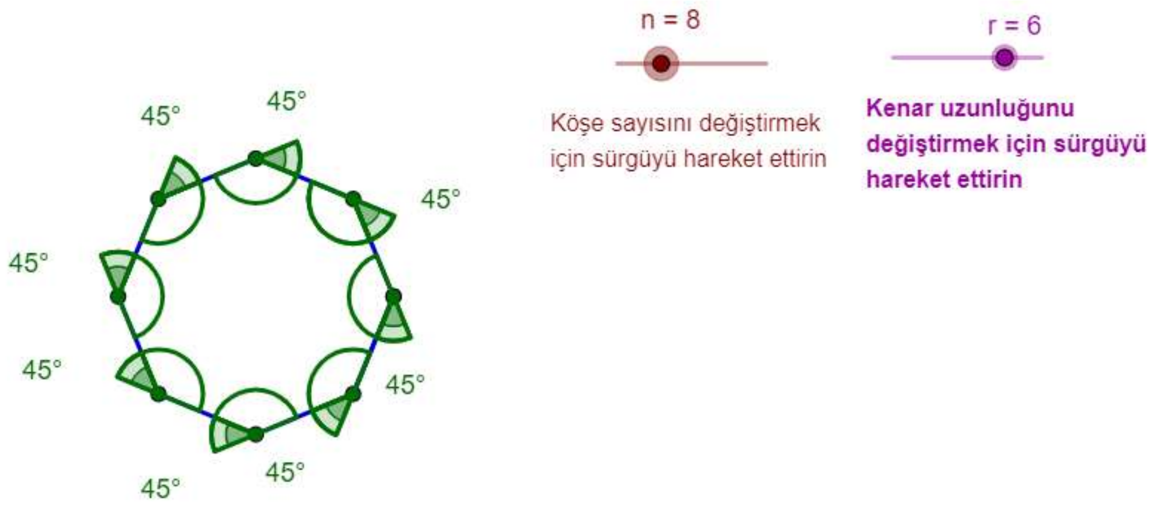
Bu oluşturma etkinliklerinden sonra aşağıdaki bilgi kutusu verilir.



Görsel 7. Bir Çokgenin İç Açıları Toplamına Ait Bilgi Kutusu

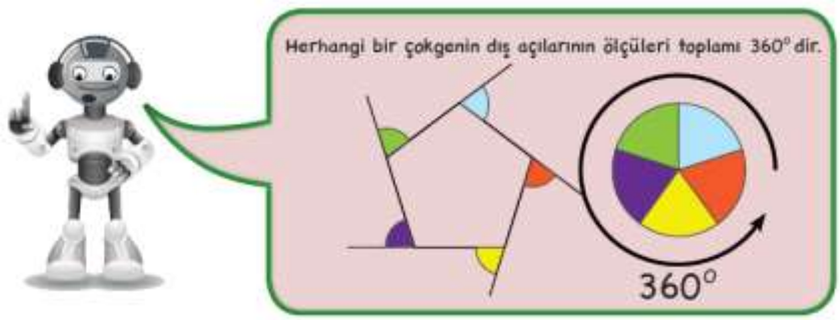
Bir çokgeninin dış açılar toplamının hesaplanmasına yönelik Geogebra etkinlikleri yapılmıştır. Öğrencilerin köşe sayısının artırıp azaltarak dış açı ölçülerinin toplamının değişmeyeceği yönünde Geogebra etkinliklerine devam edilmiştir.





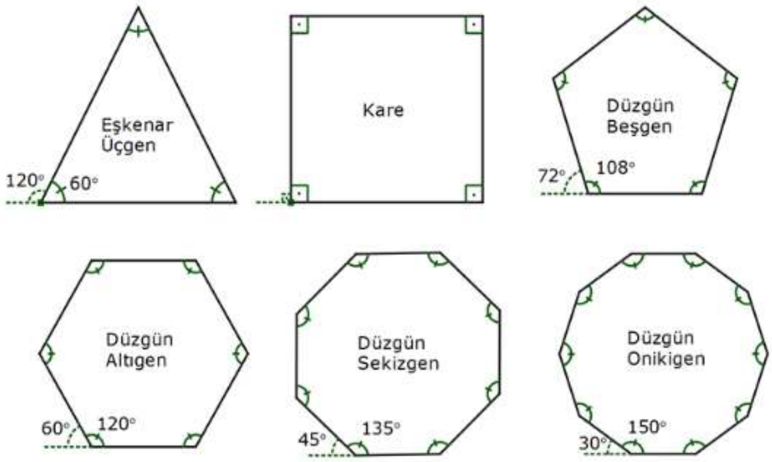
Görsel 8.Bir Çokgenin Dış Açıların Toplamı Üzerine Geogebra Etkinlikleri

Geogebra etkinliklerinden sonra öğrencilerin tüm çokgenlerin dış açılar toplamının 360° olduğu fark ettirilmeye çalışılmıştır ve bilgi kutusu verilmiştir.



Görsel 9. Bir Çokgenin Dış Açılar Toplamına Ait Bilgi Kutusu

Öğrencilere ‘’düzgün ve düzgün olmayan çokgenler’’arasındaki fark nedir sorusu sorulur. ‘’Bütün kenar uzunlukları ve bütün iç açılarının ölçüleri birbirine eşit olan çokgenlere “düzgün çokgen” denir. ‘’ kazanımı öğrencilere verilir ve bu kazanımı görselleştirmek için görseller verilir.



Görsel 10. Düzgün Çokgenlere Ait Görseller

Görsel 11. Düzgün Olmayan Çokgenlere Ait Görseller

Düzgün çokgenlerin her bir iç açısının eşit olduğu bilindikten sonra, bir çokgene ait iç açılar toplamının kenar sayısına bölümü ile bir iç açının bulunacağı ve dış açılar toplamının kenar sayısına bölümü ile bir dış açının bulunacağı yönünde çıkarımda bulunmaları sağlanır.

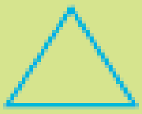
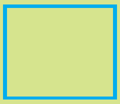
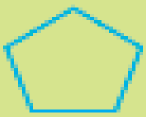
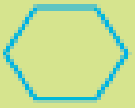
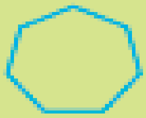
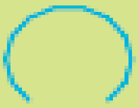
Oluşturma etkinliklerinden sonra öğrencilerin genellemelere ulaşması ve çıkarımlarda bulunması için Milli Eğitim Bakanlığı 7.sınıf matematik ders kitabında bulunan tablo öğrenciler tarafından doldurulmuştur.

ETKİNLİK

Araç-Gereçler: kalem, kâğıt

Uygulama Basamakları:

• Aşağıdaki boşlukları ilk örnekte verildiği gibi doldurunuz.

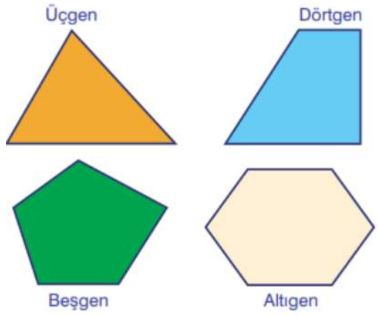
Düzgün Çokgenin Adı	Düzgün Çokgenin Şekli	Düzgün Çokgenin Kenar Sayısı	Düzgün Çokgenin Köşe Sayısı	Düzgün Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Düzgün Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Düzgün Çokgenin İç Açılarının Ölçüleri Toplamı	Düzgün Çokgenin Bir İç Açısının Ölçüsü	Düzgün Çokgenin Dış Açılarının Ölçüleri Toplamı	Düzgün Çokgenin Bir Dış Açısının Ölçüsü
Eşkenar Üçgen		3	3	-	-	180°	$\frac{180°}{3} = 60°$	360°	$\frac{360°}{3} = 120°$
Kare		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Beşgen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Altıgen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Yedigen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün n-gen		......	......	......	......	......	......	......	......

Görsel 12. Çokgenlere Ait Formülleri İçeren Tablo

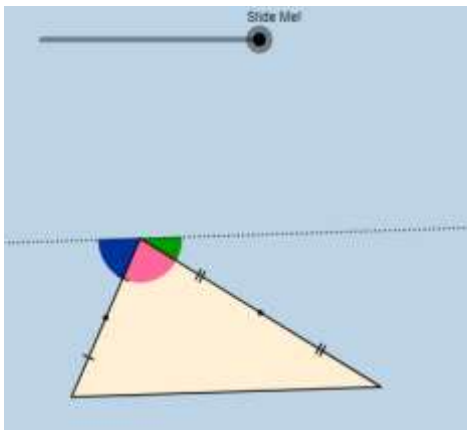
Duval'in Bilişsel Süreç Basamakları ve Etkinlikler Sınıflandırması

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

•Çokgenler tanımının görseller ile hatırlatılması

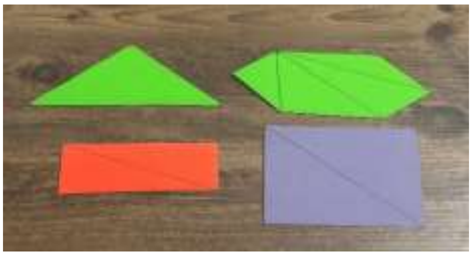


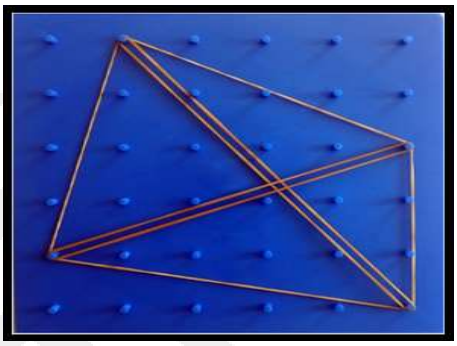
•Üçgende iç açılar toplamının kağıt materyali ve Geogebra ile gösterilmesi

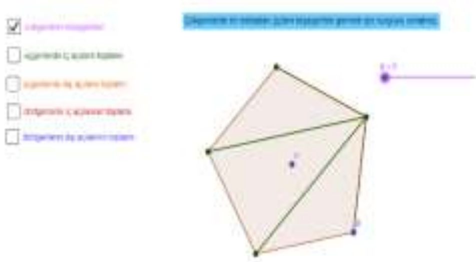


</td>
</tr>
</table>

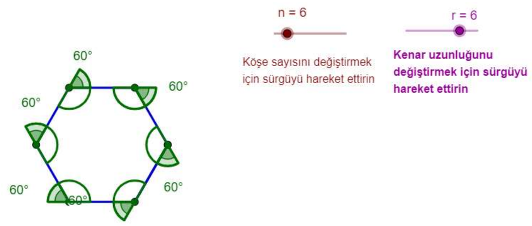
<table>
<tr>
<td>Oluşturma</td>
<td>
•Bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısı ve bu köşegen yardımıyla oluşan üçgen sayısını renkli çokgen kağıtları,geometri tahtası ve Geogebra etkinlikleri ile oluşturması



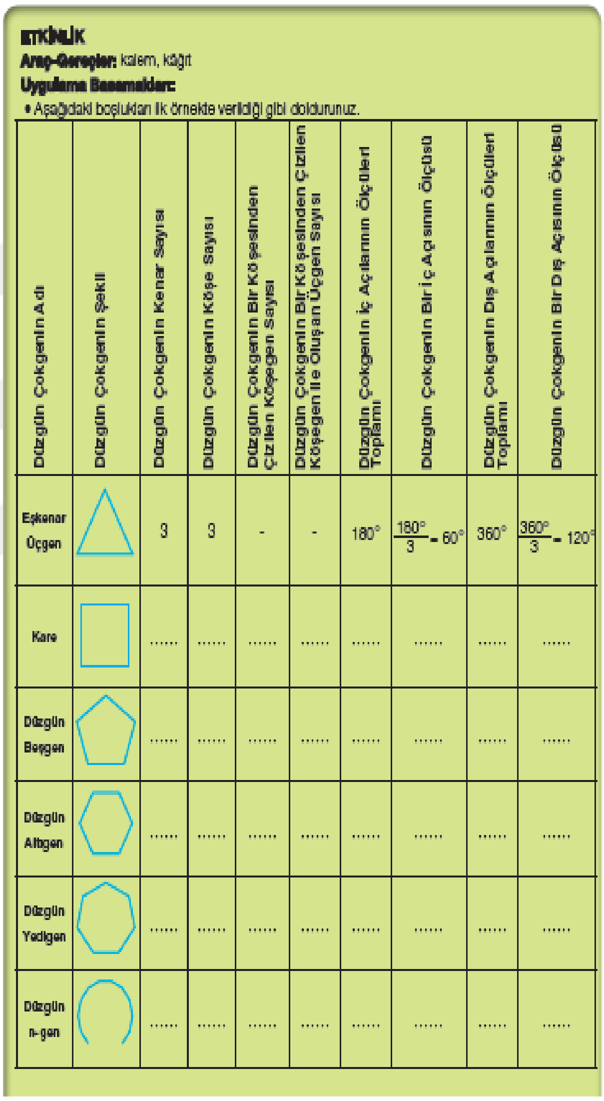




•Herhangi bir çokgenin dış açılar toplamının 360° olduğunu Geogebra ile gösterilmesi



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

Muhakeme Etme	•Oluşturma sürecinden sonra öğrenci ‘’M.7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.’’ kazanıma ait bilgileri çıkarımda bulunması ve edindiği bu çıkarımlar doğrultusunda bu tabloyu kendisinin doldurabilmesi  Öğrenci tabloyu doldurduktan sonra, n kenarlı bir çokgenin, bir köşesinden (n-3) tane köşegen çizildiğini, bu köşegenler ile (n-2) tane üçgen oluştuğunu ve iç açılar toplamının (n-2).180 olduğu bilgisine kendisi ulaşmış olur.

ETKİNLİK
Araç-Gereçler: kalem, kâğıt
Uygulama Basamakları:
• Aşağıdaki boşlukları ilk örnekte verildiği gibi doldurunuz.

Düzgün Çokgenin Adı	Düzgün Çokgenin Şekli	Düzgün Çokgenin Kenar Sayısı	Düzgün Çokgenin Köşe Sayısı	Düzgün Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Düzgün Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Düzgün Çokgenin İç Açılarının Ölçüleri Toplamı	Düzgün Çokgenin Bir İç Açısının Ölçüsü	Düzgün Çokgenin Dış Açılarının Ölçüleri Toplamı	Düzgün Çokgenin Bir Dış Açısının Ölçüsü
Eşkenar Üçgen		3	3	-	-	180°	$\frac{180°}{3} = 60°$	360°	$\frac{360°}{3} = 120°$
Kare		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Beşgen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Altıgen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün Yedigen		......	......	......	......	......	......	......	......
Düzgün n-gen		......	......	......	......	......	......	......	......

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Bulgular, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda, veri toplama araçlarından sağlanan veriler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına, bulgular başlığı altında değinilecektir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Çokgen öğretiminde Duval' in Bilişsel Modeliyle hazırlanan ders etkinlikleri ile öğretim yapılan deney grubunun, öğrenci ders başarısına etkisi bakımından ön-test son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının incelenmesi amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar testi yapılmıştır. Bu alt probleme ait veriler Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinlikleri ile öğrenim gören öğrencilerin önceki ve sonraki akademik başarı testine bakılarak elde edilmiştir. Test sonuçları şu şekildedir.

	N	$\bar{x}$	s	z	p
Ön-Test	18	8,3889	3,56682	-3,485	0,001
Son-Test	18	14,7778	5,57891		

Tablo.15 Deney Grubu Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Ait Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri

Tablo.15 incelendiğinde, deney grubu öğretim öncesi ve sonrası arasındaki test puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir ($p<0,05$). Deney grubuna ait ön-test ortalaması 8,3889 iken, son-test ortalaması 14,7778 olmuştur. Bu bulguya dayanarak grubun ön-test ve son-test başarı puanlarında artış görülmektedir. Bu artış, son-testin, ön-teste kıyasla belirgin şekilde daha yüksek olduğunu gösterir. Sonuç olarak, uygulanan öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarısını artırmasına etkili olmuştur. Araştırmanın birinci alt probleminin cevabı, deney grubunda yapılan öğretim öncesi ve sonrası test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Çokgen öğretiminde geleneksel öğretimle ders kitabı etkinlikleri kullanılarak yapılan kontrol grubunun, öğrenci ders başarısına etkisi bakımından ön-test son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının incelenmesi amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Bu alt probleme ait veriler geleneksel öğretim yöntemi ile ders kitabı etkinlikleri ve öğrenim gören öğrencilerin ön-test ve son-testine bakılarak elde edilmiştir. Test sonuçları şu şekildedir.

	N	$\bar{x}$	s	z	p
Ön Test	16	6,8125	3,81608	-2,733	0,006
Son-Test	16	10,5000	3,82971		

Tablo 16. Kontrol Grubu Ön-Test ve Son-Teste Ait Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri

Tablo 16 incelendiğinde kontrol grubu öğretim öncesi ve öğretim sonrası arasındaki ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı fark görülmektedir ($p<0,05$). Kontrol grubuna ait ön-test puan ortalaması 6,8125 iken, son-test puan ortalaması 10,500 olmuştur. Bu sonuca dayanarak yapılan öğretim sürecinin kontrol grubu üzerinde olumlu yönde etkili olduğunu elde ettik. Son-testteki başarıda bir artış (ortalamadaki yükselme) yaşanmış ve bu değişim anlamlıdır. Son-testteki başarı artışı belirgin bir şekilde gözlemlenmekte (ortalamadaki yükselme) ve bu değişikliğin istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak, standart sapmaların birbirine yakın olması, test sonuçlarının yayılmasında büyük bir farklılık olmadığını, yani katılımcılar arasındaki başarı farklarının son-testte çok fazla değişmediğini göstermektedir. Araştırmanın ikinci alt probleminin cevabı, kontrol grubunda öğretim öncesi ve sonrası uygulanan ön-test ve son-test başarı puanları arasında anlamlı bir artış bulunmuştur, fakat standart sapmaların birbirine yakın olması test sonuçlarındaki yayılmanın çok fazla değişmediğini göstermiştir.

4.3.Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son-test başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesi amacıyla Mann Whitney-U uygulanmıştır. Bu probleme ait veriler deney grubunun son-test başarı puanları ile kontrol grubunun son-test başarı puanlarına bakılarak elde edilmiştir.

	N	$\bar{x}$	s	u	p
Kontrol	16	10,500	3,82975	70,000	0,010
Deney	18	14,7778	5,57891		

Tablo 17. Deney ve Kontrol Grubu Son-Testine Ait Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri

Tablo 17 incelendiğinde kontrol ve deney grubunda öğretim süreci sonucunda son-test başarı puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol grubunun aritmetik ortalaması 10,5 iken deney grubunun aritmetik ortalaması 14,7778 çıkmıştır. Bu sonuca dayanarak deney grubunda gerçekleşen öğretim sürecinin öğrenci başarısına olumlu yönde etki ettiği görülmektedir. Bu sonuçlar, deney grubunda uygulanan yöntemin kontrol grubuna kıyasla daha etkili olduğunu gösterir. Araştırmanın üçüncü probleminin cevabı, deney ve kontrol grubu son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

4.4.Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-test başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesi amacıyla Mann Whitney-U uygulanmıştır. Bu probleme ait veriler öğretime geçilmeden önce öğrencilerin ön bilgilerini yoklamak ve geçmişten hatırladıkları bilgileri görmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır.

	N	$\bar{x}$	s	u	p
Kontrol	16	6,8125	3,81608	104,00	0,166
Deney	18	8,3889	3,56682		

Tablo 18. Deney ve Kontrol Grubuna Ait Ön-Test Aritmetik Ortalama ve İstatistik Değerleri

Tablo 18 incelendiğinde kontrol ve deney grubunun ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). Kontrol grubunun aritmetik ortalaması 6,8125 iken deney grubunun aritmetik ortalaması 8,3889 çıkmıştır. Bu durum, deney grubu ile kontrol grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığına işaret etmektedir. Bu sonuca dayanarak iki ayrı veri grubundaki öğrencilerin öğrenim düzeyleri birbirlerine yakındır. Son olarak dördüncü alt problemin cevabı ise deney ve kontrol grubunun ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

BÖLÜM 5

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuçlar

Araştırma sonucunda, çokgenler konusunun Duval' in Bilişsel modeli ile hazırlanan ders etkinlikleri ve ders planı ile yapılan öğretimin öğrenci başarısı üzerinde etkili olduğu elde edilmiştir. Araştırmanın bu bölümünde 7. sınıf matematik alt öğrenme alanlarından geometri ve ölçmenin belirlenen bir kazanımı üzerine uygulanan Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisi ve uygulama sürecinin sonuçları tartışılmıştır.

Elde edilen veriler için yapılan Mann-Whitney U testine göre, deney ve kontrol grupları arasında ön-test sonuçları bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bu durum, grupların son-test puanlarının yorumlanmasında öğrenme ortamının etkinliğinin karşılaştırılmasında kolaylık sağlamıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön-testten aldıkları puanlara göre, öğrencilerin çokgenler kazanımına ait başarı durumları arasında anlamlı bir fark olmadığını kontrol ve deney grubunun birbiri ile denk gruplar olduğunu göstermektedir. Deney ve kontrol gruplarının özdeş olduğu gözlenmiştir.

Araştırma sonuçları, uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin son-testindeki performanslarının ön-test sonuçlarına göre belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu artış sadece ortalamalarda görülmekle kalmamış, istatistiksel analiz sonucunda ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu doğrulanmıştır. Bu durum, Duval'in Bilişsel modeli ile hazırlanan ders etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde etkilediğini güçlü bir şekilde desteklemektedir.

Araştırmada, kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrası son-testten elde ettikleri puanların ortalamasının, uygulama öncesinde yapılan ön-test puanlarına göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın 7. sınıf matematik ders kitabındaki etkinliklerle gerçekleştirilen öğrenme ortamında, öğrencilerin ön-test ve son- test puanları arasındaki fark, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, son- test puanlarının lehine istatistiksel olarak fark olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, kontrol grubundaki öğrencilerin son-testteki başarılarının, ön-test performanslarına göre yükseldiğini göstermektedir. Son-testteki başarı artışı oldukça belirgin (ortalamadaki artış) ve bu artışın anlamlı olduğu söylenebilir. Ancak, standart sapmaların birbirine yakın olması, test sonuçlarındaki yayılmanın büyük ölçüde sabit kaldığını ve öğrenciler arasındaki başarı farklarının son-testte önemli bir değişim göstermediğini belirtmektedir.

Kontrol ve deney grupları üzerinde uygulanan akademik başarı testi son-test puanları normal dağılım göstermediğinden elde edilen veriler Mann Whitney-U testi ile çözümlenmiştir. Uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarının son-test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu elde edilmiştir. Sonuç olarak, deney grubuna uygulanan Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve etkinlikleriyle yapılan öğretim, kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretim yöntemi ve ders kitabı etkinlikleriyle yapılan öğretimden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve ders etkinliklerini içeren görselleştirme, oluşturma ve muhakeme süreçleri öğrencilerin bu kazanımı zihinlerinde anlamlandırmalarına yardımcı olmuştur. Öğrencilerin derse katılıp aktif olduğu öğrenme ortamları öğrenci başarısını etkiler ve derse karşı ilgisini artırır. Bu çalışmada, Duval 'in görselleştirme sürecinde kullanılan geometri tahtası ve teknolojik geometri yazılımı olan geogebra kullanımı öğrencilerin somut olarak birden fazla duyu organlarına hitap etmesine ve öğrenme ortamının zenginleşmesine imkân sağlamıştır. Her öğrencinin öğrenme stili farklıdır. Bazıları görsel araçlarla daha iyi öğrenirken, diğerleri işitsel veya kinestetik yaklaşımlarla daha iyi öğrenir. Çeşitli öğretim materyalleri kullanmak öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını destekler ve bireysel ihtiyaçlara uygun bir öğrenme ortamı sağlar. Bir konuyu farklı materyaller kullanarak sunmak, öğrencilerin konuya birden fazla bakış açısından bakmalarını ve konuyu daha derinlemesine anlamalarını sağlar. Çeşitli materyallerle zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı, öğrencilerin dikkatini çekerek öğrenmeye olan motivasyonlarını yükseltir. Canlı görseller, etkileşimli içerikler ve uygulamalı araçlar, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarına imkân tanır ve süreci daha etkili hale getirir. Birden fazla duyuyu harekete geçiren öğrenme deneyimleri, bilgilerin uzun süreli hafızada sabitlenmesini destekler. Çeşitli materyalleri bir arada kullanmak, öğrencilere farklı bakış açılarından problem çözme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Örneğin, grafiksel analize eşlik eden teorik açıklamalar, öğrencilerin analitik düşünme ve bağlantı kurma becerilerini güçlendirir. Metin ağırlıklı içerikle öğrenmede zorluk çeken öğrenciler için alternatif materyallerin (örneğin, videolar, simülasyonlar ve oyunlar) tanıtılması, onların öğrenme sürecine daha etkili bir şekilde katılmalarını sağlar. Bu çeşitlilik, bireysel öğrenme ihtiyaçlarını karşılayarak eğitim sürecini daha kapsayıcı ve etkili hale getirir.

Alan yazın incelendiğinde matematik eğitiminde ve geometri kavramlarının öğretiminde kullanılan materyaller, geometrik yazılımların öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği araştırmalara rastlanmıştır. Budak (2010), Geometer's Sketchpad ile yapılan öğretimin öğrenci başarısı üzerine olumlu yönde etkilediği, Z. Karaca vd. (2020), öğrencilerin düz anlatımdan farklı olarak kavram karikatürü ile yapılan öğretimin öğrenci başarısına olumlu yönde etki ettiği, aksi bir örnek Toptas (2008) çalışmasında öğretmen merkezli öğrencilerin pasif olduğu öğretim sürecinin öğrenci başarısını olumsuz etkilediğini gözlemlemiştir. Bu doğrultuda öğrencinin aktif ve keşifçi öğretmenin rehber olduğu öğrenme ortamlarının öğrenci başarısı üzerinde etkili olacağını vurgulamıştır. Öğretim materyallerinin zenginleştirmenin öğrenci başarısına etkililiğini gösteren bir diğer çalışma ise Şekerci (2021) tarafından yapılan kavram haritaları ile gerçekleştirilen öğretim grubunun, geleneksel öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen öğretim grubuna göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Yine öğrencilerin aktif, eleştirel ve analitik düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla gerçek yaşam durumlarını veya açık uçlu problemleri çözmeye yönelik bir öğrenme yaklaşımı olan problem çözmeye dayalı öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkileri görülmüştür (Zunlu, 2022).Yine öğretim sürecini görsel ve bilişsel olarak zenginleştiren kavram karikatürlerinin etkililiğini araştıran Göksu & Köksal (2016) kavram karikatürlerinin öğrenci başarısını artırmada önemli olduğu sonucuna rastlamışlardır. Genç & Öksüz (2016) çalışmalarında dinamik geometri yazılımları ile öğrenim gören öğrencilerin görmeyen öğrenciler üzerine ders başarısı arasında dinamik geometri yazılımı ile ders gören öğrencilerin lehine anlamlı farklılık vardır. Bir diğer çalışma ise Polikoff (2006) çokgenler kazanımına ait öğretim sürecinde kullanacağı içerisinde görsel etkinlikler, uygulamalar ve manipülatifler içeren ders planı hazırlamış ve bunun öğrenci başarısı üzerine etkililiğini incelemiştir. Araştırma sonucunda bu ders planının olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Erbas & Yenmez (2011) çalışmalarında dinamik geometri ortamlarının öğrenci başarısı üzerine olumlu etkisini buna ek olarak öğrencilerin uzamsal yeteneğini ve görselleştirme noktasında geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar, Duval' in görselleştirme, oluşturma ve muhakeme etme süreçlerine bütünüyle veya ayrı ayrı örnek olacak çalışmalardır.

Sonuç olarak, alan yazında incelediğimiz araştırmalar Duval'in bilişsel modelinin farklı aşamalarında öğrenme süreçlerini zenginleştirecek materyallerin ve yöntemlerin etkinliğini ortaya koymaktadır. Kuramsal çerçevesi Duval'in Bilişsel Süreçleri olmayan araştırmalarda da bu süreçlerin bağımsız olarak varlığından söz edilebilir.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada, Duval'in Bilişsel Modeli ile hazırlanan ders planı ve etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisi araştırılmıştır. Bu ders planında bilişsel süreçlerden görselleştirme, oluşturma ve muhakeme etme süreçlerine yönelik ders etkinlikleri ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada sadece çokgenler konusu üzerine etkinlikler içerdiğinden bu etkinliklerin geometrinin diğer konularında incelenmesi matematik ve geometri eğitimine katkı sağlayacaktır. Bu etkinliklerde farklı materyaller kullanılarak öğretim süreci zenginleştirilebilir. Eğitim materyalleri, Duval'in bilişsel modeliyle tutarlı, çok çeşitli temsiller içerecek şekilde tasarlanmalıdır. Öğrencilerin kavramsal anlayışını derinleştirmek için görsel, sembolik, sözel ve birden çok temsil biçimleri sürece dahil edilebilir. Dijital araçlar, Geogebra, Sketchpad gibi dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin dikkatini çeken ve öğrenme süreçlerini zenginleştiren etkileşimli içerik oluşturmak için öğrenme materyallerine dahil edilmelidir. Farklı öğrenme stillerine hitap etmek için görsel, işitsel ve kinestetik yöntemlerin kullanımıyla eğitim aktiviteleri çeşitlendirilmelidir. Somut uygulamalara ve deneyimlere dayalı aktiviteler güçlendirilmeli ve öğrencilere teorik bilgiyi uygulama yoluyla güçlendirme fırsatı verilmelidir. Bu Duval'in bilişsel süreçlerinden oluşturma sürecine yardımcı olacaktır. Öğrencilere bir temsilde alınan bilgiyi diğer temsillere dönüştürme yeteneğini geliştirmeleri konusunda rehberlik sağlanmalıdır. Bu bakımdan diyagramdan formül oluşturma veya sözlü ifadeyi şekil kullanarak ifade etme becerileri geliştirilmelidir. Buda bilişsel süreçlerden muhakeme etme sürecine yardımcı olacaktır. Öğretmenlerin, Duval'in bilişsel modeli ve sınıftaki uygulamaları hakkında kapsamlı bilgiye sahip olmalarını sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Akdemir, M., & Narlı, S. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin Çokgenler Konusundaki Algılarının İncelenmesi. *Uluslararası Karamanoğlu Mehmetbey Eğitim Araştırmaları Dergisi*. https://doi.org/10.47770/ukmead.1123023

Ay, Y., & Başbay, A. (2016). Çokgenlerle İlgili Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenler 1. *Ege Eğitim Dergisi*, *2017*(18), 83–104.

Aytekin, G. N. (2021). *Ortaöğretim 10. sınıf matematik ders kitabındaki geometri alt öğrenme alanının Duval'ın bilişsel modeli çerçevesinde incelenmesi*. https://acikerisim.erbakan.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12452/8345?show=full

Baki, A. (2020). Matematiği Öğretme Bilgisi. In *https://ws1.turcademy.com/ww/webviewer.php?doc=77033*.

Berkün, M. (2011). *İlköğretim 5 ve 7. sınıf öğrencilerinin çokgenler üzerindeki imgeleri ve sınıflandırma stratejileri*.

Bernabeu, M., Llinares, S., & Moreno, M. (2021). Levels of sophistication in elementary students' understanding of polygon concept and polygons classes. *Mathematics, 9*(16). https://doi.org/10.3390/math9161966

Bilgin, T. (2003). *Öss'ye Dershanede Hazırlanan İki Grup Öğrencinin Geometri Başarılarının Ve Hatalarının Karşılaştırılması*.

Bintaş, J., & Bağcivan, B. (2007). *İlköğretim Yedinci Sınıfta Bilgisayar Destekli Geometri Öğretimi*. *1,* 33–45.

Budak, S. (2010). *Çokgenler konusunun BDÖ'nin 6.sınıfta öğrencilerin akademik başarılarına ve BDÖ yönelik tutumlarına etkisi*.

Bulduk, S. (2008). *Psikolojide Deneysel Araştırma Yöntemleri.* Çantay.

Cannon, M. N., Vomvoridi-Ivanovic, E., & Ellerbrock, C. R. (2021). Young Adolescents' Opportunity to Develop Concept Images of Polygons in Middle School Mathematics Textbooks. In *ProQuest Dissertations and Theses*.

https://www.proquest.com/dissertations-theses/young-adolescents-opportunity-develop-concept/docview/2516753662/se-2

Çetin Bayram (Ed.). (2022). *Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme*.

Christensen, L. B. (2004). *Experimental methodology*.

Darmawan, P., Purwanto, Parta, I. N., & Susiswo. (2020). The levels of students' feeling of rightness (for) in solving polygon perimeter problems. *International Journal of Instruction*, *13*(2), 549–566. https://doi.org/10.29333/iji.2020.13238a

Douglas, H. C. (2003). *Teaching and learning geometry*.

Duatepe-Paksu, A. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Çokgenlerin Kritik Özelliklerine İlişkin Alan Bilgisi. *E-International Journal of Educational Research*, *9*(3), 34–46. https://doi.org/10.19160/ijer.398063

Duval, R. (1995). *Geometrical Pictures: Kinds of Representation and Specific Processings* (pp. 142–157). https://doi.org/10.1007/978-3-642-57771-0_10

Duval, R. (1998). *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century:An ICMI Study* (V. V Mammana C, Ed.). https://www.proquest.com/docview/2133357697/bookReader?accountid=159111&sourcetype=Books

Duval, R. (1999). *Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning.*

Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. In *Understanding the Mathematical Way of Thinking - The Registers of Semiotic Representations*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56910-9

Duval, R. (2000). *Basic Issues for Research in Mathematics Education*.

Erbas, A. K., & Yenmez, A. A. (2011). The effect of inquiry-based explorations in a dynamic geometry environment on sixth grade students' achievements in polygons. *Computers and Education*, *57*(4), 2462–2475. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.002

Ergün, S. (2010). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenlerde Algılama, Tanımlama ve Sınıflama Biçimleri*.

Ertekin, E. (2004). *Öğrenme ve öğretme stilleri üzerine bir çalışma*.

Esen, B., & Saralar, İ. (2021). *Ortaokul Öğrencilerine Çokgenler Konusunun Öğretimi İçin Sürdürülebilir Gelişme Odaklı Eğitime Yönelik Ders Planları*.

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

Genç, G., & Öksüz, C. (2016). Dinamik Matematik Yazılımı ile 5. Sınıf Çokgenler ve Dörtgenler Konularının Öğretilmesi. *Kastamonu Education Journal Makalenin Geliş Tarihi*, *24*(3), 24.

Göksu, F. C., & Köksal, N. (2016). Teaching The Lines, Angles and Polygons According to Constructivisim Supported by Concept Cartoons. *Journal of Qualitative Research in Education*, *4*(3), 1–25. https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s4m

Güler, K. (2016). *Etkili Bir Geometri Dersinin Özelliklerinin Belirlenmesi, Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi*.

Gürefe, N. (2018). *İşitme Engelli Öğrenciler için Çokgenler ve Özellikleri*. *38*(2), 717–750.

Healy, L., & Hoyles, C. (1998). *On the Nationwide Survey Justi&ing and Proving in School Mathematics*.

Jones, K. (1998). Theoretical Frameworks for the Learning of Geometrical Reasoning. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, *18*(2), 29–34.

Karaca, H., Yıldızhan, B., & Ertekin, E. (2020). Geometrinin Tarihi Gelişimi ve Farklı Geometriler. In E. Ertekin & M. Ünlü (Eds.), *Geometri ve Ölçme Öğretimi: Tanımlar, Kavramlar ve Etkinlikler*. Ankara Pegem Akademi Yayıncılık.

Karaca, Z., Kuzu, O., & Çalışkan, N. (2020). Çokgenler Konusunun Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi*. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *2020*(1), 110–125. www.academiadergi.com

Karadeniz, Ş., Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö., Demirel, F., & Çakmak, E. (2020). *Eğitimde Bilimsel Arastirma Yöntemleri*.

Karakuş, F. (2014). Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Views About Geometric Construction. *Kuramsal Eğitimbilim*, *2014*(4), 408–435. https://doi.org/10.5578/keg.8091

Karakuş, F., & Korkutan, E. (2021). Ortaokul Matematik Ders Kitaplarında Geometri ve Ölçme Konularına Yönelik Yapılan İspatların Muhakeme ve İspat Analitik Çerçevesi Kapsamında İncelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. https://doi.org/10.52826/mcbuefd.840090

Karpuz, Y. (2018). *Duval'in Bilişsel Modeline Uygun Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi Doktora Tezi*.

Karpuz, Y., & Güven, B. (2016). Geometrik Muhakeme: Bilişsel Perspektifler. In E. Bingölbalı, S. Arslan, & İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik Eğitiminde Teoriler*. Pegem. https://a5c9067fb5de95ba1294b544b3b0d04c29bc1f2f.vetisonline.com/tr/kitap/matematik-egitiminde-teoriler-9786053183808

Karpuz, Y., Koparan, T., & Güven, B. (2014). Geometride Öğrencilerin Şekil ve Kavram Bilgisi Kullanımı 1. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *5*(2), 108–118.

Kartal, B. (2017). *İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Çokgenlere Dair Geometri Bilgilerinin İncelenmesi*.

Kepner, H. S. (2009). *President's Message*. www.nctm.org/

Konyalıoğlu, A. C. (2003). *Üniversite Düzeyinde Vektör Uzayları Konusundaki Kavramların Anlaşılmasında Görselleştirme Yaklaşımının Etkinliğinin incelenmesi*.

Korucu Sevcan, Bilimleri, E., İlköğretim, E., Dalı, A., Matematik, İ., Dalı, Ö. B., Lisans, Y., & Korucu, T. S. (2009). *Çokgenler Konusunda Karikatür ve Bilgisayar Destekli Öğretim Yöntemlerinin Karşılaştırılması*.

MEB. (2021). *7. Sınıf Matematik Ders Kitabı* (S. Öztürk, Y. Arzu, & K. Oğan, Eds.).

MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Dersi Öğretim Programı*.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*.

Mutluoğlu, A., & Erdoğan, A. (2020). 6. Sınıf Öğrencilerinin Dörtgenler Hakkındaki Geometrik Muhakeme Süreçleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 1–1. https://doi.org/10.26466/opus.673833

Polikoff, J. (2006). *Picture perfect polygons*.

Polya, G. (1957). *A New Aspect of Mathematical Method* (pp. 1–138).

Rukiye Eda, D., Samira, D., & Ontunç, K. (2018). *Matematik Öğretmenlerinin Çokgenler Konusundaki Matematiksel Formüller ve Özelliklere İlişkin Kavramsal Anlamaları*. www.iksadkongre.org

Sait Gürbüz, F. Ş. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe – Yöntem – Analiz* (Vol. 5).

Şan, İ. (2012). *Matematik Öğretiminde Görselleştirme*. https://www.researchgate.net/publication/283211854

Şekerci, H. (2021). *Kavram Haritaları ile Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Çokgenler Konusundaki Başarısına ve İlişkilendirme Becerisine Etkisi*.

Senk, S. L. (1989). Van Hiele Levels and Achievement in Writing Geometry Proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(3), 309. https://doi.org/10.2307/749519

Sönmez, V., & Alacapınar, F. (2019). Nicel ve Nitel Verilerin Analizi. *Örneklendirilmiş Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, 39–57.

Tapan Broutın, M. S. (2016). Çizim-Geometrik Şekil-Geometrik Nesne Kavramları Işığında Çizimlerin Yorumlanmasını Etkileyen Faktörler. In *Matematik Eğitiminde Teoriler* (pp. 307–323).

Taşpınar, M. (2017). *Sosyal bilimlerde SSPS uygulamalı nicel veri analizi*. Ankara:Pegem Akademi Yayıncılık. https://doi.org/10.14527/9786052410585

Toptas, V. (2008). *Geometri Öğretiminde Sınıfta Yapılan Etkinlikler ile Öğretme-Öğrenme Sürecinin İncelenmesi*. *7*(1), 91–110. http://ilkogretim-online.org.tr

Torregrosa, G., & Quesada, H. (2008). *THE COORDINATION OF COGNITIVE PROCESSES IN SOLVING GEOMETRIC PROBLEMS REQUIRING FORMAL PROOF* (Vol. 4).

Tutan, S. (2019). *Geometrik Muhakeme Süreçleri Bağlamında Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Geometri İçerikli Derslerinin İncelenmesi*.

Ubuz, B., Ustun, I., & Erbas, A. K., (2009). Effect of Dynamic Geometry Environment on Immediate and Retention Level Achievements of Seventh Grade Students. *EGITIM ARASTIRMALARI-EURASIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH* , vol.9, no.35, 147-164.

Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*.

Uslu, H. (2023). *Matematik Eğitiminde Görselleştirme ve Görsel Algı Üzerine Bir Sistematik Derleme Çalışması*.

Wegner, T. S. (2022). *Student's Tool Usage, Justıfıcatıons, and Reported Confidence When Usıng Dynamic Geometry Environments*.

Yayla, Ö., Gülgün BANGİR-ALPAN, & Üniversitesi, G. (2019). *Öğrencilerin Matematikte Zorlanma Nedenlerine İlişkin Öğretmen Ve Öğrenci Görüşleri*. 6(2), 401–425.

Yildirim, D., & Yavuzsoy Köse, N. (2017). *Ortaokul Öğrencilerinin Çokgen Problemlerindeki Matematiksel Düşünme Süreçleri **.

Zunlu, M. (2022). *Matematik Öğretmeni ve 7. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Süreçlerinin Zihnin Geometrik Alışkanlıkları Bakımından İncelenmesi*.

EKLER

Uygulanacak Ders Etkinliklerinin Planı

Dersin Adı	Matematik
Sınıf	7.sınıf
Öğrenme Alanı	Geometri
Alt Öğrenme Alanı	Çokgenler
Kazanımlar	M.7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.
Önerilen Süre	4 ders saati
Hazırlayan	Fatmanur YEŞİLDAĞLAR
Araç Gereçler	Kalem, Renkli Kâğıt, Geogebra, Cetvel, Akıllı Tahta, Geometri Tahtası, Paket Lastiği
Süreç Uygulama Basamakları	1. Öğrencilere dersin sonunda kazanacakları kavramlar hakkında bilgi verilir. Hedeften haberdar edilir. 2. Öncelikle öğrencilere önceki bilgileri hatırlamaya yönelik basit bir şekilde üçgen, dörtgen, beşgen çizmeleri istenir. 3.Çokgenlerin sınıflandırılmasına yönelik çeşitli görseller kullanılarak, üçgen, dörtgen, beşgen vb. çokgenler hatırlatılır. 4.Hangi durumlarda düzgün çokgen ve düzgün olmayan çokgen olacağı öğrencilere sorulur. 5.Geometri tahtası kullanılarak kenarları aynı ya da farklı uzunlukta çokgenler yapmaları istenir. Bu sayede düzgün ve düzgün olmayan çokgenlerin arasındaki fark hissettirilir. 6.Düzgün ve düzgün olmayan çokgenlerin farkını gösterebilmek adına görsel örnekler verilir. Örnekler çoğaltılarak öğrencinin öğrencilerle soru cevap yapılır.

Süreç Uygulama Basamakları	7. Üçgenlerin iç açılarının toplamının 180 derece olduğu hatırlatılır. Bu kazanımı, kâğıt katlayarak ve Geogebra da etkinlik yaparak gösterilir. 8.Dörtgen, beşgen, altıgen vb. çokgenlerin iç açılarının toplamını bulmak için üçgenler ile nasıl bir ilişki vardır? Sorusu sorularak öğrencilerden bu konuda fikir yürütmeleri istenir. 9.Bir çokgende oluşan üçgen sayısını bulmadan önce, bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bulmak amacıyla öncesinde renkli kağıtları çokgen formunda kesip, bir köşesinden köşegen çizmeleri istenir. 10.Öğrenciler, bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bulmak amacıyla bu kez, geometri tahtası ve paket lastiği ile çokgenler oluşturur. Geometri tahtasında oluşturamayacağı çok kenarlı çokgenleri (n=20, n=30 vb.) bu kez Geogebra'da kenar sayısını çoğaltarak köşegenleri oluşturur. 11.Öğrencilerin, bu etkinlikler sonucunda n kenarlı bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısının n-3 olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir. 12.Aynı etkinlikler, bu kez bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla kaç üçgen oluşturduğunu bulmak için tekrar yapılır. Burada bir köşesinden çizilen köşegenlerin sayısı ile kenar sayısı arasında bir ilişki olup olmadığının öğrencinin fark etmesi sağlanır. 13.Öğrenciler, bu etkinlikler sonucunda, bu kez n kenarlı bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla n-2 üçgen oluşturduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir. 14.Bir çokgenin iç açı ölçüleri toplamını bulmak için ilk önce dörtgen inceletilir.'' Bir köşegenle kaç üçgen oluşturduk?'' sorusu sorulur. 15. ''Üçgenin iç açılarının toplamı 180 derecedir.'' bilgisinden hareketle oluşturduğunuz bir dörtgenin içerisinde oluşan üçgen sayısı ile dörtgenin iç açılarının toplamını öğrencilerden bulmaları istenir. 16.''Bir köşesinden çizilen köşegenle ayrılan üçgenlerin her birinin iç açılar toplamı 180 derecedir. İncelediğimiz dörtgende iki tane üçgen

Süreç Uygulama Basamakları	oluştuğuna göre 2.180=360 derece. O halde dörtgenin iç açılar toplamı 360 derecedir.'' Bilgisi verilir. 17. Beşgen, altıgen, yedigen, sekizgen iç açılar toplamını bulmak için öncesinde bir köşesinden çizilen köşegenle kaç üçgen oluştuğunu geometri tahtasında gösterip buldukları üçgen sayısını 180 ile çarpmaları istenir. 18.Bir çokgenin iç açılar toplamının, (n-2).180 formülü ile bulunur çıkarımına ulaşması sağlanır. 19.Düzgün çokgenlerin her bir iç açısının ve kenar uzunluklarının eşit olduğunu hatırlatarak, bir dörtgenin iç açılar toplamını kenar sayısına bölerek bir iç açıyı bulma etkinliği Geogebradan yapılır. 20.Beşgen, altıgen, sekizgende Geogebra yardımıyla bir iç açısının ölçüsü bulunur. 21.Bu etkinlik sonucunda öğrenciler (n-2).180/n kazanımına ulaşması beklenir. 22.Herhangi bir çokgenin dış açılar toplamının 360° olduğunu göstermek adına Geogebra etkinliklerine yer verilir. 23.Üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen ve çok kenarlı çokgenleri, dış açı ölçülerin toplamını gösteren Geogebra etkinliklerine yer verilir. Öğrenciler her bir çokgenin dış açılar toplamının 360° olduğu çıkarımına ulaşır. 24.Bir çokgenin bir dış açısının 360'ın kenar sayısına bölünmesi gerektiği ile ilgili Geogebra etkinliğine devam edilir. 25.Bu etkinlikler sonucunda öğrenci, bir dış açının 360/n olduğu çıkarımına ulaşması beklenir. 26. ''Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.'' kazanımına uygun görselleştirme ve oluşturma etkinlikleri sonunda bu bilgileri organize bir şekilde göreceği, oluşturmayı da destekleyeceği, bu kazanımı muhakeme edeceği bir tablo doldurması istenir.

AKADEMİK BAŞARI TESTİ

"M.7.3.2.2. Çokgenlerin köşegen sayılarını, çokgenlerin bir köşesinden çizilen köşegen yardımıyla içinde oluşan üçgen sayısını, bir çokgene ait iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar" kazanımına yönelik ön-test son-test sorularıdır.

1.Üçgenin iç açı ölçülerinin toplamı kaçtır?

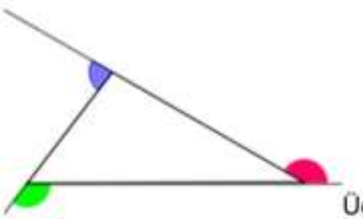
A)180 B)240 C)360
D)540

2.

Üçgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısı kaçtır?

A)0 B)1 C)2 D)3

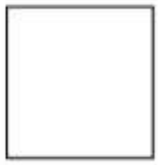
3.



Üçgenin dış açılar toplamı kaçtır?

A)180 B)240 C)360
D)540

4.



Karenin kaç köşegeni vardır?

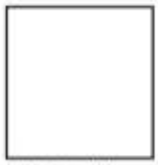
A)1 B) 2 C)3 D)4

5.

Karenin bir iç açısı kaç derecedir?

A)45 B)60 C)90 D)120

6.



Karenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısı kaçtır?

A)1 B)2 C)3
D)4

7.Karenin bir köşesinden çizilen köşegen ile kaç üçgen oluşur?

A)0 B)1 C)2 D)3

8.

Dikdörtgenin kaç köşegeni vardır?

A)0 B)1 C)2 D)3

9.

Altıgenin bir köşesinden çizilen kaç köşegeni vardır?

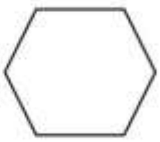
A)1 B)2 C)3 D)4

10.

Düzgün altıgenin bir köşesinden çizilen köşegen ile kaç üçgen oluşur?

A)2 B)3 C)4 D)5

11.



Düzgün Altıgenin iç açılar toplamı kaçtır?

A) 360 B)540 C)720
D)1080

12.Düzgün Altıgenin bir iç açısı kaç derecedir?

A)60 B)90 C)120
D)180

13.Düzgün sekizgenin bir iç açısı ve iç açılar toplamı sırasıyla kaçtır?

A)135-1080

B)120-720

C)90-720

D)60-480

14.Bir köşesinden çizilen köşegen sayısı 7 olan çokgen aşağıdakilerden hangisidir?

A)Sekizgen

B)Dokuzgen

C) Ongen

D)Yedigen

15.Bir dış açısı 20° olan düzgün çokgenin iç açılar toplamı kaç derecedir?

A)1080 B)1800 C)1440 D)2880

16. Bir dış açısı 30^0 olan düzgün çokgen kaç kenarlıdır?

A)10 B)11 C)12 D)13

17. Çokgenlerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Üçgende iki iç açının toplamı kendilerine komşu olmayan bir dış açıya eşittir.

B) Dörtgenlerin iç ve dış açı toplamları birbirine eşittir.

C) Çokgenlerde dış açılar toplamı her zaman iç açılar toplamından fazladır.

D) Çokgenlerde köşe sayısı arttıkça iç açılar toplamı artar.

18. Bir dış açısı 15 ° olan düzgün çokgen kaç kenarlıdır?

A)12 B)16 C)18 D)24

19. n kenarlı bir çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısı aşağıdaki ifadelerden hangisidir?

A)n-3 B)n-2 C)n-1 D)n

20..Bir düzgün çokgenin bir köşesinden çizilen köşegenlerle oluşan üçgen sayısı 3 ise,bu üçgenin iç açılar toplamı kaçtır?

A)360 B)540 C)720 D)1080