

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMLARININ 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN DÖRTGENLERİ TANIMLAMA VE
SINIFLANDIRMA BECERİLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samet OKUMUŞ

TRABZON
Haziran, 2011

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMLARININ 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN DÖRTGENLERİ TANIMLAMA VE
SINIFLANDIRMA BECERİLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Samet OKUMUŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Yüksek
Lisans Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

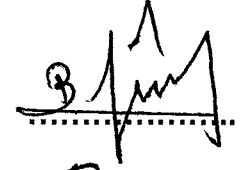
Tezin Danışmanı
Doç. Dr. Bülent GÜVEN

TRABZON
Haziran, 2011

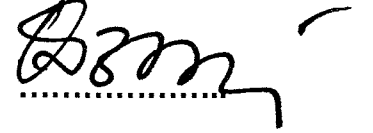
KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları
Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.
16/06/2011

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Bülent GÜVEN



Üye : Prof.Dr. Adnan BAKİ




Üye : Yrd.Doç.Dr. Derya ÇELİK



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Doç. Dr. Haluk ÖZMEN

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

İmza

Samet OKUMUŞ

17/06/2011

ÖNSÖZ

Geometrik şekilleri tanımlama ve sınıflandırma gibi temel zihinsel süreçler üst düzey geometrik düşünme becerilerinin gelişebilmesi için önemli bir role sahiptir. Ancak yapılan birçok çalışma üst düzey geometrik düşünce için anahtar bir role sahip tanımla ve sınıflandırma gibi becerilerinin öğrencilerde yeterince gelişmediğini göstermektedir. Son yıllarda eğitim teknolojileri alanında yaşanan hızlı gelişimler öğrencilerin bu becerilerini geliştirebilecek yeni öğrenme ortamlarını tasarlamayı da olanaklı hale getirmektedir. Bu çalışma ile ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ortamlarında dörtgenlere yönelik tanımlayabilme, sınıflandırabilme, mantıksal çıkarım yapabilme, dörtgenler arası geçişleri kurabilme becerilerinin incelenmesi ve van Hiele 3. düzeye çıkabilmede dinamik geometri ortamlarının rolünün ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Lisansüstü eğitimime başladığımdan bu yana bana her zaman bana destek veren, kendisinden çok şey öğrendiğim ve her zaman kendisiyle çalışmaktan mutluluk duyduğum danışmanım Doç.Dr. Bülent GÜVEN'e en samimi duygularıyla şükranlarımı sunuyorum.

Lisansüstü dönemimde verdikleri derslerle bakış açımı geliştiren, beni donanımlı bir akademisyen olma yönünde ileriye taşıyan hocalarım Prof.Dr. Adnan BAKİ'ye, Prof.Dr. Salih ÇEPNİ'ye, Yrd.Doç.Dr. Selehattin ARSLAN'a ve Yrd.Doç.Dr. Nedim ALEV'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Rize Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dekanı Prof.Dr. Ali Rıza AKDENİZ'e, her türlü desteği sağlayan Yrd.Doç.Dr. Ali Sabri İPEK'e, Öğr.Gör. Ercan ATASOY'a, Yrd.Doç.Dr. Ebru GÜVELİ'ye, Yrd.Doç.Dr. Nimet PIRASA'ya ve diğer mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Bana ayıracak her zaman vakitleri olmuş, çalışma alanımda beni çekirdekten yetiştiren lisans hocalarımdan özellikle Yrd.Doç.Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN'A, Yrd.Doç.Dr. Dilek TANIŞLI'ya, Yrd.Doç.Dr. Nilüfer YAVUZSOY KÖSE'ye ve Yrd.Doç.Dr. H. Bahadır YANIK'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Kendisiyle çalışmamı kabul ederek kariyerim adına asla unutamayacağım bir 6 ay geçirmeme vesile olan; samimiyetini ve güler yüzünü benden hiçbir zaman eksik etmeyen Doç.Dr. Enrique GALINDO'ya çok teşekkür ediyorum.

Kapılarını bana sonuna kadar açan uygulama okulu müdürü sayın İhsan ÇELİK ve yönetimine, her türlü yardımları için matematik öğretmenleri sayın İlknur BORAN'a ve Murat GÜNDOĞDU'ya ve de emeği geçen uygulama okulu diğer öğretmenlerine çok teşekkür ediyorum. Ayrıca bilgisayar ile ilgili her konuda bana yardım etmekten kaçınmayan Uzm. Murat YAZICI'ya, Arş.Gör. Tuğba ve Ekrem BAHÇEKAPILI'ya teşekkür ediyorum.

Kuşkusuz ki hayatta en fazla değer verdiğim ve değer gördüğüm, kendilerine yeterince zaman ayıramasam da her zaman yanımda hissettiğim, haklarını asla ödeyemeyeceğim anneme ve babama ve de beraber büyüdüğümüz kardeşime çok teşekkür ediyorum. İyi ki varsınız...

Samet OKUMUŞ

Trabzon, 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR.....	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	4
1.3. Araştırmanın Amacı.....	6
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	7
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	10
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	10
1.7. Teorik Çerçeve: Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması.....	10
1.7.1. Dörtgenlerde Tanımlama Türleri.....	11
1.7.1.1. Doğru Tanımlama.....	11
1.7.1.2. Yetersiz ve Yanlış Tanımlama.....	12
1.7.2. Dörtgenlerde Hiyerarşik ve Bölünmüş Sınıflandırma.....	14
1.8. Niçin Hiyerarşik Sınıflandırma?	18
1.9. İlköğretim Programında Dörtgenler.....	20
1.10. Dinamik Geometri Ortamları ve Dinamik Geometri Yazılımları.....	23
1.11. Farklı Öğrenme Ortamlarda Dörtgenlerin Oluşturulması.....	25
1.12. Farklı Öğrenme Ortamlarında Dörtgenlere Yönelik Sunulabilecek Olanaklar.	28
1.13. İlgili Araştırmalar.....	29
1.13.1. Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Araştırmalar.....	29
1.13.2. Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Araştırmalar.....	31
1.13.3. Van Hiele Düzeylerine Yönelik Araştırmalar.....	37
1.13.4. Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Araştırmalar.....	40

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	43
2.1.	Araştırma Tasarımı.....	43
2.2.	Veri Toplama Araçları.....	45
2.2.1.	Dörtgenleri Arası İlişkiler Sınavı (DAİS)	45
2.2.2.	Dörtgenleri Tanımlama Sınavı (DTS)	47
2.2.3.	Van Hiele Geometri Anlama Testi (VHGAT)	47
2.2.4.	Hiyerarşik Şema Sınavı (HŞS)	48
2.2.5.	Klinik Mülakatlar.....	49
2.2.6.	Çalışma Yaprakları.....	50
2.3.	Pilot Çalışma.....	51
2.4.	Çalışma Grubu.....	54
2.5.	Verilerin Toplanması.....	54
2.5.1.	Deney Grubu 1 (G1) için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri.....	56
2.5.2.	Deney Grubu 2 (G2) için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri.....	57
2.5.3.	Kontrol Grubu (G3) için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri.....	58
2.6.	Verilerin Analizi.....	59
2.6.1.	Nicel Verilerin Analizi.....	59
2.6.2.	Nitel Verilerin Analizi.....	63
3.	BULGULAR.....	64
3.1	Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılmasına Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	64
3.1.1.	Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	64
3.1.2.	Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Elde Edilen Bulgular....	83
3.1.3.	Van Hiele Düzeylerine Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	115
3.2.	Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	118
4.	TARTIŞMA.....	150
4.1.	Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması...	150
4.2.	Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması.....	154
4.3.	Van Hile Düzeylerine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması.....	164
4.4.	Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması.....	167
5.	SONUÇLAR.....	174
5.1.	Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılmasına Yönelik Sonuçlar.....	174

5.1.1.	DGO Dörtgenlerin Doğru Tanımlanmasında Etkili Olduğu Görülmüştür.....	174
5.1.2.	DGO Dörtgenlerin Genel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kısmen Etkili Olduğu Görülmüştür	175
5.1.3.	DGO Dörtgenlerin Sınıflandırılmasında Etkili Olduğu Görülmüştür.....	175
5.1.4.	DGO Dörtgenler Arası Mantıksal Çıkarım Yapmada Etkili Olduğu Görülmüştür	176
5.1.5.	Dörtgenler Arası İlişkilere Yönelik Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	176
5.1.6.	DGO ile Geleneksel Öğrenme Ortamı Öğrencilerin Van Hiele 3. Düzeye Çıkmalarında Yetersiz Kaldığı Görülmüştür.....	177
5.2.	Öğrencilerin Dörtgenler Arası Geçiş Yapmalarını DGO'nun Kolaylaştırdığı Görülmüştür.....	177
6.	ÖNERİLER.....	179
6.1.	Araştırmanın Sonuçlarına Yönelik Yapılan Öneriler.....	179
6.2.	Benzer Araştırmalara Yönelik Yapılan Öneriler.....	180
7.	KAYNAKLAR.....	182
8.	EKLER.....	187
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Dinamik Geometri Ortamlarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Dörtgenleri Tanımlama ve Sınıflandırma Becerilerine Etkilerinin İncelenmesi

Bu çalışma ile ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ortamlarında dörtgenleri tanımlayabilme, sınıflandırabilme ve dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme becerilerinin incelenmesi ve van Hiele 3. düzeye çıkabilmede bu ortamların rolünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda 2 deney grubu, 1 kontrol grubundan oluşan katılımcılardan deney gruplarından ilki *the Geometric Supposer* yazılımıyla öğrenim görmüşken, diğer deney grubu ise *Cabri Geometry* yazılımını kullanmıştır. Kontrol grubu ise öğretim programında önerilen somut materyallerle (geometrik tahta ve şeritler, noktalı kâğıt) öğrenim görmüştür. Araştırmanın nitel boyutunda öğrencilerin dörtgen çiftleri arasındaki geçişleri nasıl kurdukları klinik mülakatlar ile araştırılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak ise araştırma kapsamında geliştirilen, öğrencilerin dörtgenlerde tanımlama ve sınıflama yapma; dörtgenler arasında mantıksal çıkarım yapma ve hiyerarşik şema oluşturma becerilerini incelemeye yönelik ölçeklerle, Usiskin (1982) tarafından geliştirilen *Van Hiele Geometri Anlama Testi*'nden yararlanılmıştır. Asıl uygulamalar yaklaşık iki hafta sürmüştür. Nicel analizler sonucunda dinamik geometri ortamlarında öğrenim gören öğrenciler dörtgenleri tanımlayabilme, sınıflandırma, dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme açısından istatistiksel kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak daha yüksek performans sergiledikleri belirlenmiştir. Diğer yandan her üç öğrenme ortamı da öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkabilmelerinde yetersiz kalmıştır. Dörtgenlerin genel özelliklerini öğrenmede ise her üç ortamın da etkili olduğu görülmesine rağmen Cabri Geometry ile öğrenim gören grubun diğer gruplara istatistiksel üstünlük sağladığı görülmüştür. Nitel analizler sonucunda dinamik geometri ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin dörtgenler arası ikili geçişleri kontrol grubu öğrencilerine göre daha kolay kurdukları saptanmıştır. Çalışmanın sonunda, sonuçlardan yola çıkılarak araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dörtgenler, Dinamik Geometri Ortamları, Tanımlama, Sınıflandırma, Mantıksal Çıkarım, Van Hiele Geometri Anlama Düzeyleri

ABSTRACT

Effects of the Dynamic Geometry Environments on 7th Grade Students' Abilities in Definitions and Classification of Quadrilaterals

In this study, it is aimed to examine 7th grade students' the abilities of definitions and classification of quadrilaterals and the abilities of making logical deduction among quadrilaterals in the dynamic geometry environments, and to determine the effect of this environments' role in that reaching van Hiele level 3. In this context, the participants consisted of two experimental groups and one control group, the first experimental group studied with *the Geometric Supposer* while the second group studied with *Cabri Geometry* and the control group studied with tangible materials (geo-boards, geo-stripes and dot paper) which are suggested in the curriculum. How students bypass the quadrilateral pairs was questioned via clinical interviews in the qualitative dimension of the study. As quantitative data collection tools, the tests which were developed within the scope of this study and oriented to examine the students' abilities of definitions and classifications of quadrilaterals, making logical deduction and creating hierarchical charts among quadrilaterals; and *van Hiele Geometry Test* developed by Ususkin (1982) were utilized. Main implementations took approximately two weeks. As the result of quantitative analysis, it was identified that the students studying in the dynamic geometry environments outperformed statistically the students in the control group in defining and classifying the quadrilaterals, making logical deductions among quadrilaterals. On the other hand, all three learning environments remained insufficient to reach van Heile level 3. As for learning the general properties of quadrilaterals, although all of the learning environments were seen to be effective, it was seen that the students who studying with *Cabri Geometry* outperformed statistically the other groups. As the result of qualitative analysis, it was seen that the students studied in the dynamic geometry environments bypassed the quadrilateral pairs more easily than the control group students did. At the end of the study, the suggestions are given to researchers by taking the consequence of this study into account.

Key Words: Quadrilaterals, Dynamic Geometry Environments, Definition, Classification, Logical Deduction, Van Hiele Geometry Understanding Levels

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Tanımlama türleri ve aralarındaki ilişki.....	14
Şekil 2.	De Villiers (1994)'e göre hiyerarşik bir sınıflandırma.....	15
Şekil 3.	De Villiers (1994)'e göre bölünmüş bir sınıflandırma.....	15
Şekil 4.	Euclides'in Dörtgenleri Sınıflandırması.....	16
Şekil 5.	Yamuğun hiyerarşik tanımlamasına göre oluşturulmuş hiyerarşik bir sınıflama.....	17
Şekil 6.	Yamuğun kapsamayan tanımlamasına göre oluşturulmuş hiyerarşik bir sınıflama.....	17
Şekil 7.	Bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalarda dörtgenlerin sınıflandırılması.....	18
Şekil 8.	İlköğretim düzeyinde dörtgenlerin sınıflandırılması.....	23
Şekil 9.	Herhangi bir üçgen ve kenarortayları.....	24
Şekil 10.	Şekil 9'daki üçgenin C köşe noktasından sürüklenmesi sonrası durumu.....	24
Şekil 11.	Cabri Geometry yazılımında dikdörtgen oluşturma aşamaları.....	26
Şekil 12.	The Geometric Supposer yazılımında dikdörtgen oluşturulması.....	27
Şekil 13.	Dörtgenlerin öğretimi için geleneksel ortamda kullanılan materyaller.....	27
Şekil 14.	Dinamik geometri ortamında bir paralelkenarın dikdörtgene dönüştürülmesi örneği.....	28
Şekil 15.	Geometrik şeritle oluşturulan bir dikdörtgenin genel bir paralelkenara dönüştürülmesi.....	29
Şekil 16.	Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması.....	44
Şekil 17.	Öğrencilere hiyerarşik şema bilgisi kazandırmak için derste tartışılan örnekler.....	49
Şekil 18.	Dörtgenler arasında yapılabilecek eksik bir hiyerarşik sınıflandırma örneği..	61
Şekil 19.	Grup 1'deki çalışma yapraklarından kesitler.....	90
Şekil 20.	Grup 2'deki çalışma yapraklarından kesitler.....	91
Şekil 21.	Grup 3'deki çalışma yapraklarından kesitler.....	92
Şekil 22.	Deney gruplarında çalışma yapraklarından kesitler.....	92

Şekil 23.	Kontrol grubunda çalışma yaprağından kesitler.....	93
Şekil 24.	Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit.....	93
Şekil 25.	Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit.....	94
Şekil 26.	Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit.....	94
Şekil 27.	Deney grupları çalışma yaprağından kesitler.....	95
Şekil 28.	Bir çiftin dikdörtgenin sahip olduğu özelliği belirtme şekli.....	96
Şekil 29.	Deney grubu 1 çalışma yapraklarından kesitler.....	96
Şekil 30.	Deney grubu 2 çalışma yapraklarından kesitler	97
Şekil 31.	Kontrol grubu çalışma yapraklarından kesitler.....	97
Şekil 32.	Deney grubu 1 çalışma yapraklarından kesitler.....	98
Şekil 33.	Grupların çalışma yapraklarından kesitler.....	98
Şekil 34.	Deney grubu 2 çalışma yapraklarından kesitler.....	99
Şekil 35.	Deney grubu 2 çalışma yapraklarından bir kesit.....	100
Şekil 36.	Deney gruplarının oluşturduğu hiyerarşik şemalardan örnekler.....	112
Şekil 37.	Kontrol grubunun oluşturduğu hiyerarşik şemalardan örnekler.....	113

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	İlköğretim II. Kademe Matematik Dersi Öğretim Programında Dörtgenler Konusuna İlişkin Kazanımların Sınıflara Göre Dağılımı.....	21
Tablo 2.	DAİS Sınıflandırma Bölümünün Yapısından Örnekler.....	46
Tablo 3.	DAİS Özellikler Bölümünden Örnekler.....	46
Tablo 4.	Asıl Uygulamada İzlenen Çalışma Takvimi.....	56
Tablo 5.	Ön-test DTS betimsel istatistikleri ve ANOVA testi sonuçları.....	64
Tablo 6.	Tanımlama türlerinin ön-testte çokgenlere göre dağılımı.....	66
Tablo 7.	Son-test DTS betimsel istatistikleri.....	72
Tablo 8.	Tanımlama türlerinin son-testte çokgenlere göre dağılımı.....	72
Tablo 9.	Grupların DTS ön-test ve son-test puanlarına uygulanan bağımlı T testi sonuçları.....	82
Tablo 10.	Son-test DTS Kovaryans (ANCOVA) Analizi Sonuçları.....	83
Tablo 11.	Grupların DAİS ve bölümleri ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri....	84
Tablo 12.	Ön-test sınıflandırma bölümündeki maddelerin betimsel analizleri.....	84
Tablo 13.	Ön-testte grupların 7-12. soruları çokgen türleriyle ilişkilendirme sayıları..	85
Tablo 14.	Ön-test özellikler bölümündeki maddelerin betimsel analizleri.....	87
Tablo 15.	Ön-test mantıksal çıkarım bölümündeki maddelerin betimsel analizleri.....	88
Tablo 16.	Ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri ve ANOVA testi sonuçları.....	89
Tablo 17.	Grup 2'nin dörtgen türlerini oluşturma düzeyleri.....	100
Tablo 18.	Grupların DAİS ve bölümleri son-test sınavlarının betimsel istatistikleri...	101
Tablo 19.	Son-test sınıflandırma bölümündeki maddelerin betimsel analizleri.....	102
Tablo 20.	Son-testte grupların 7-12. soruları çokgen türleriyle ilişkilendirme sayıları.....	102
Tablo 21.	Son-test özellikler bölümündeki maddelerin betimsel analizleri.....	105
Tablo 22.	Son-test mantıksal çıkarım bölümündeki maddelerin betimsel analizleri...	106
Tablo 23.	Son-test MÇB'deki maddelere verilen cevapların dağılımı.....	107
Tablo 24.	DTS ön-test ve son-test puanlarına uygulanan bağımlı örneklem t testi sonuçları.....	108

Tablo 25.	Son-test puanları Kovaryans (ANCOVA) Analizi Sonuçları.....	109
Tablo 26.	HŞS'nin gruplara göre betimsel istatistikleri.....	111
Tablo 27.	Grupların HŞS puanlarına ilişkin Kruskal Wallis H-Testi sonuçları.....	114
Tablo 28.	G1 ve G2'ye yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları.....	114
Tablo 29.	G2 ve G3'e yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları.....	114
Tablo 30.	G1 ve G3'e yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları.....	114
Tablo 31.	Grupların VHGAT ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri.....	115
Tablo 32.	Ön-test VHGAT puanlarının van Hiele düzeylerine göre dağılımı.....	115
Tablo 33.	Ön-test VHGAT'e ilişkin Kruskal Wallis H-Testi sonuçları.....	116
Tablo 34.	Grupların VHGAT son-test sınavlarının betimsel istatistikleri.....	116
Tablo 35.	Son-test VHGAT puanlarının van Hiele düzeylerine göre dağılımı.....	117
Tablo 36.	Grup 1'in VHGAT ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.....	117
Tablo 37.	Grup 2'in VHGAT ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.....	118
Tablo 38.	Grup 3'ün VHGAT ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.....	118
Tablo 39.	Son-test VHGAT Kruskal Wallis H-Testi Analizi Sonuçları.....	118
Tablo 40.	Mülakat öğrencilerine yönelik bazı bilgiler.....	119
Tablo 41.	Deney grubu öğrencilerinin ön-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlere göre dağılımı.....	131
Tablo 42.	Kontrol grubu öğrencilerinin ön-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlere göre dağılımı.....	132
Tablo 43.	Öğrencilerin son-testte sınavda ve mülakatta yamuğa dair verdikleri cevapların dağılımı.....	137
Tablo 44.	Deney grubu öğrencilerinin son-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlere göre dağılımı.....	146
Tablo 45.	Kontrol grubu öğrencilerinin son-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlere göre dağılımı.....	147

KISALTMALAR LİSTESİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Acıklamalar</u>
D	: Dörtgen
DAİS	: Dörtgenler Arası İlişkiler Sınavı
DD	: Dikdörtgen
DGO	: Dinamik Geometri Ortamları
DTS	: Dörtgenleri Tanımlama Sınavı
ED	: Eşkenar Dörtgen
EOT	: Ekonomik Olmayan Tanımlama
ET	: Ekonomik Tanımlama
HŞS	: Hiyerarşik Şema Sınavı
HT	: Hiyerarşik Tanımlama
K	: Kare
KT	: Kapsamayan Tanımlama
ÖEKT	: Özellikleri Eksik Kullanılan Tanımlama
ÖT	: Özel Tanımlama
P	: Paralelkenar
Y	: Yamuk
VHGAT	: Van Hiele Geometri Anlama Testi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kuşkusuz ki geometrik şekillerle çevrili bir ortamda yaşamaktayız. Dolayısıyla bu ortamlarda yaşayan bireyler olarak geometrik bilgilerin elde edilmesi, geometrik önseziye sahip olunması, geometrik düşüncelerin geliştirilmesi, geometrik problem çözme yeteneğinin artırılması bizler için büyük önem arz etmektedir (Han, 2007). Bu önemli bakış açısından olsa gerek NCTM (2000) geometrik ve uzamsal düşüncenin matematiğin temel elemanlarından olduğunu vurgulamış, fiziksel çevrenin yorumlanması ve ifade edilmesinde diğer alanlardaki çalışmalarda bu düşünce türlerinin araç olabileceklerini belirtmiştir. Bu doğrultuda çeşitli seviyelerdeki öğrencilerin mantıksal akıl yürütme ve varsayımda bulunma becerilerinin gelişiminde geometrinin etkin şekilde yer aldığını savunan NCTM, geometrik şekiller arası ilişkilerin ve özelliklerinin soyut olduğuna dikkat çekmiş, öğrencilerin kendi ispatlarını oluşturabilmeleri için tanım ve teorem rollerinin iyi anlaşılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. NCTM'nin belirlediği ilköğretim II. kademe geometri standartları incelendiğinde okul matematiğinin öğrencileri ezbercilikten kurtarıp öğrenmeye teşvik eden, öğrencilere düşünmeyi benimsettiren bir ortam olması yönünde ilkelerin belirlenmiştir. Bu ilkelerden biri de “iki ve üç boyutlu nesnelerin tanımlama özelliklerini kullanarak nesnelere tasvir etmek, sınıflandırmak ve nesnelere arası ilişkileri” (s.232) olarak belirlenmiştir. Bu ilkeler ülkemizde de benzer niteliktedir.

İlköğretim I. kademe geometri programında daha ziyade geometrik şekil ve cisimlerin informal biçimde görsel özelliklerine göre tanıtılması ve isimlendirilmesi ön plandadır. Bu görsel özelliklere göre geometrik nesnelere arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılması ve ortak özelliklere sahip olan şekillerin gruplandırılması hedef alınmıştır (MEB, 2005). İlköğretim II. kademe geometri programı ise, çevremizde yer alan geometrik şekillerin tanınması, özelliklerinin ve başka şekillerle ilişkilerinin ortaya konması, bu şekiller üzerinde bazı işlemler gerçekleştirilerek öğrencilerin bilgi ve becerilerini artırmasına dayalıdır (Baykul, 2009). Bu kapsamda oluşturulmuş etkinliklerde öğrencilerin çevrelerinde yer alan şekilleri incelemeleri, oluşturmaları vb. doğrultusunda

söz konusu geometrik kavram ve özellikleri fark etmeleri ve keşfetmeleri beklenecek bu özellikler arasındaki ilişkileri geliştirebilmeleri amaç edinilmiştir (MEB, 2005).

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de Hollandalı araştırmacılar Pierre ve Dina van Hiele tarafından 1950'li yıllarda öğrencilerde geometrik düşünceye yönelik geliştirilen *van Hiele Teorisi* sıklıkla kullanılmakta ve bu teoriye yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Bu teoriye göre öğrenen en üst düzeyde geometrik düşünceye sahip olabilmek için birbirine ardıl 5 evreden geçmelidir. İlköğretim eğitimi sonunda ise öğrencilerin van Hiele 3 düzeyine çıkmaları amaçlanmaktadır. Bu ise ileriki yıllarda karşılaşacakları tümdengelimli ve ispat yapmayı gerektiren geometri dersleri için öğrenciye avantaj olarak geri dönecektir. Bu teorik çerçeve ile beraber bir bakıma ilköğretim I. kademedeki geometrik nesnelere sahip olduğu özelliklere göre gruplara ayırarak isimlendirebilen öğrenciler; ilköğretim II. kademe seviyesine geldiklerinde ise geometrik nesnelere sahip olduğu minimum özelliklere göre sınıflandırabilmeli, geometrik nesnelere aralarında ilişkilendirebilmelidir (MEB, 2005; Tutak 2008).

Geometrik nesnelere sahip olduğu minimum özelliklere göre doğru bir şekilde sınıflandırabilme becerisi ise öğrencileri doğru tanımlama yapmaya yönlendirir. Öğrenciler, bu beceriye ulaşabilmeleri ve geometri altyapısını oluşturabilmeleri bakımından okul matematiği içerisinde bir dizi süreçten geçer. Okul eğitiminin ilk yıllarında gerek psikolojik gerekse pedagojik nedenlerden ötürü öğrencilere geometrik şekillerin tanımlamalarına girilmeden geometrik kavramlar fiziksel görünüşlerine göre tanıtılır. Bu sebeple van Hiele geometrik düşünce 1. düzeyinin tipik özelliği olarak öğrenciler geometrik kavramları fiziksel görünüşlerine göre ayırt edebilmelerine rağmen kavramları tanımlayamazlar. İlerleyen yıllarda geometrik kavramların özelliklerini kendi içerisinde inceleyen fakat geometrik tanımlama yapmada sorun yaşayan van Hiele geometrik düşünce 2. düzeyinde yer alan öğrenciler karşımıza çıkar. Öğrenciler kavramları minimum özellikleri ile tanımlamak yerine genellikle yanlış veya yetersiz tanımlama yapma eğiliminde olurlar. Özellikle tanımlamalarında kullanmadıkları veya yanlış yerde kullandıkları *ve*, *veya*, *en az*, *yalnızca* gibi kelimeler doğru bir tanımlama yapmalarına engel olur. İlköğretim eğitiminin son yıllarına doğru van Hiele 3 düzeyine ulaşması hedeflenen öğrenciler ise öğrendikleri kavramların geometrik özelliklerini birbiri ile ilişkilendirmeli ve kavramlar arasında mantıksal çıkarım yapabilmelidir. Bu doğrultuda öğrenciler geometrik kavramlara dair gerekli ve yeterli özellikleri kullanarak doğru tanımlama yapabilmelidir.

Lise öğrenimine geçmeden van Hiele 3 düzeyine varmış bir öğrenci, mantıksal çıkarım, ispat yapma vs. gerektiren lise ve üniversite geometri derslerinde avantajlı konuma geçecektir (Fuys vd., 1988; Gutierrez ve Jaime, 1998; Heinze, 2002).

Öğretim programının önemli bir bileşeni olan dörtgenler ünitesi (Fujita ve Jones, 2007) öğrencilerin geometrik kavramlara yönelik sınıflama, tanımlama, mantıksal çıkarım yapabilme becerilerini ve ayrıca van Hiele geometrik düşünce düzeylerini inceleme ve gelişimini test etme adına geometride kullanılacak en uygun konudur. Çünkü bu konu dörtgen türleri arasındaki geçişler ve dönüşümler yardımı ile bir dörtgen türünü farklı kategoriler altında ifade edebilme ve sınıflandırabilme; doğru tanımlama yapabilme ve dörtgenler arası hiyerarşik ilişkilere göre mantıksal çıkarımda bulunabilme açısından öğrencilere imkân sunar. Diğer yandan van Hiele göstergeleri incelendiğinde ilk üç düzeyinin çoğunlukla dörtgenler arası ilişkilerle ilgili olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda bir öğrencinin van Hiele 3. düzeye ulaşabilmesi için dörtgenler arasında hiyerarşik sınıflandırma yapabilme, doğru tanımlama yapabilme, dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme gibi önkoşul öğrenmelere sahip olması gerekmektedir. Dolayısıyla genelde geometride özelden ise dörtgenler konusunda iyi öğrenim gören bir öğrencinin van Hiele 3 düzeyine çıkması daha kolay olmaktadır. Bu sebeple öğrencilerin okulda gördükleri geometri dersinin etkililiği büyük önem taşımaktadır.

MEB 2005 yılında eski öğretim programını yürürlükten kaldırmış yerine matematikte yapılandırmacı anlayışı benimseyen yeni bir öğretim programı getirmiştir. Bu öğretim programında *öğrenme-öğretme süreci somut deneyimlerle başlamalıdır, anlamlı öğrenme amaçlanmalıdır* gibi bir dizi ilkeler benimsenmiş ve öğretilerin eğitim öğretim faaliyetleri içerisinde ders kitaplarının yanı sıra somut materyal kullanmalarını da önemle desteklemiştir. Bu somut materyaller öğrenme ortamını zenginleştirmekle beraber öğrencileri derse karşı güdülemekte ve derse yönelik öğrenme motivasyonlarını yükseltmektedir. Öğretmen bu somut materyalleri kendisi oluşturabileceği gibi *Milli Eğitim Bakanlığı Ders Aletleri Yapım Merkezi*'nden (<http://www.daym.gov.tr>) de temin edebilir.

İlköğretim matematik öğretim programında benimsenen temel ilkelerden bir diğeri de teknolojinin etkin düzeyde kullanılması üzerinedir. Bu sebeptir ki, bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerden yola çıkılarak, matematik öğretiminde yeni fırsatlar oluşturulmasına ve teknolojinin eğitime entegre edilmesine günümüzde büyük önem

gösterilmektedir. Eğitimde kaliteyi ve verimi arttırmak adına teknolojinin kullanılmasına ve eğitim-öğretim etkinliklerinin bu doğrultuda geliştirilmesine ülkemizde önem verilmeyle beraber her düzeyde teknolojinin özellikle de dinamik geometri yazılımlarının kullanılması ön planda tutulmaktadır (MEB, 2005). Matematik öğretim programı incelendiğinde, açıklamalar kısmında *dinamik geometri yazılımları kullanılabilir* türünden ibarelerle karşılaşılması bu düşüncüyü doğrular niteliktedir. Ancak, eğitim ve öğretim faaliyetlerinde tercih edilen teknolojinin yapısı etkili ve kalıcı bir öğrenme için belirleyici özellikler taşır. Baki (2002)'ye göre doğrudan alıştırma-tekrar ve öğretici nitelikte olan yazılımlar yaratıcılık, sorgulayıcılık gibi üst düzey davranışların kazanılmasında eksik kalmaktadır. Bunun yerine öğrenenin yazılımla diyaloga girdiği etkileşimli yazılımlar tercih edilmelidir. Dinamik geometri yazılımları bu olanaklara sahiptir.

Literatür incelendiğinde dinamik geometri yazılımları sınıf içerisinde iki farklı yapıda kullanılabileceği görülmektedir. Bu türlerden birincisi öğrencilerin öğrenme ortamlarında bağımsız keşif yapmalarına imkân sunan Cabri Geometry, GeoGebra türündeki yazılımların sahip olduğu gibi araç çubuklarında doğrudan şekillerin yer almadığı, bu sebeple ancak çeşitli yapılarla (paralellik, diklik vs.) şekillerin oluşturulabildiği yazılımların kullanılmasıdır. İkinci tür ise the Geometric Supposer'da olduğu gibi şekillerin doğrudan araç çubuklarında yer aldığı (yarı-yapılandırılmış şekiller), öğrencilerin şekilleri oluşturmak için çeşitli yapılar kurmalarına gerek kalmadığı yazılımların kullanılmasına dayalıdır (Erez ve Yerushalmy, 2006). Bu sebeptir ki önceki paragraflarda geçen geometri dersinin etkililiği için genelde teknolojiden özelde ise dinamik geometri yazılımlarından yararlanılmalı ve hangi yapıdaki yazılımların öğrenmede daha etkili olduğu test edilmelidir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Grauman (2005), öğrencilerin ilköğretim seviyesinde belli düzeye gelene kadar altı veya yedi farklı türdeki dörtgenleri detaylarıyla öğrendiklerini belirtir. Bu öğrenim sürecinde genelde ön planda olan dörtgenlerin ayırt edici özelliklerinin öğrenilmesidir. Bu sebeple öğrenciler dörtgenleri kenar uzunluklarına, iç açı ve paralellik özelliklerine göre kategorize edebilmektedirler. Bir bakıma herhangi bir türdeki dörtgeni gördüklerinde bu

dörtgeni şekillerine göre kolaylıkla isimlendirebilmektedirler. Fakat dörtgenleri sadece şekillerine göre ayırt etmeyi bilmek, dörtgenler arasındaki sınıflandırmaları belirlemede ve bir türden diğer türe geçmede gerekli olan kavramları soyutlamaya yardımcı olmayacaktır (Leung, 2008). Benzer şekilde Fujita ve Jones (2007) dörtgenlerin tanımlanmasının ve sınıflandırılmasının öğretim programlarının önemli bir bileşeni olarak görülmesine rağmen aslında birçok öğrenci için anlaşılması güç bir konu olduğunu belirtmiştir. Bu durumun en önemli gerekçeleri arasında dörtgenlerin özelliklerinin birbiriyle ilişkilendirilememesi, kavramlar ve kavram imgeleri arasında mantıksal bir sonuç çıkarma yapılamaması gösterilebilir.

Ülkemizde ise dörtgenlerin özelliklerini öğrenme, dörtgenleri sınıflandırabilme ve tanımlayabilme, dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme gibi kazanımlar öğretim programımızdaki Geometri Öğrenme Alanına ait amaçlardan özellikle “geometrik şekil ve cisimlerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkiyi açıklar. Bu bilgisini geometrik şekil ve cisimlerin inşasında, analizinde ve sınıflandırmasında kullanır” (MEB, 2005, s. 27) kazanımı ile amaçlanmaktadır. Diğer yandan ilköğretim II. kademe öğretim programında dörtgenler konusuna yönelik dinamik geometri yazılımlarının kullanılabilmesi vurgulanmaktadır. Buradan yola çıkarak, bu araştırmanın temel problemlerinden biri; dinamik geometri ortamları 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenleri tanımlama ve sınıflama becerilerini geliştirmelerinde etkili midir? olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırmada iki farklı nitelikte dinamik geometri yazılımı kullanılmıştır. Dinamik geometri yazılımı kullanan gruplardan ilki yarı-yapılandırılmış dörtgen türlerinin yer aldığı *the Geometric Supposer* (Schwartz vd., 2000) yazılımları ile desteklenmiş öğrenme ortamlarında öğrenim görmüşken diğer grup ise doğrudan dörtgen türlerini araç çubuklarında barındırmayan *Cabri Geometry II Plus* (Laborde ve Bellemain, 2001–2003) destekli öğrenim görmüştür. Çalışmada yer alan son grup ise herhangi bir dinamik geometri yazılımı kullanmamış bunun yerine öğretim programında önerilen materyaller (geometrik şeritler, geometrik tahta ve noktalı kâğıt) desteği ile öğrenim görmüştür. Çalışmada her üç grup öğrencileri de çalışma yaprakları yönergeleri aracılığı ile dörtgenler konusunu kavramsal keşfetmişlerdir. Bir diğer araştırma problemi ise dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı ve herhangi bir dinamik geometri yazılımının kullanılmadığı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrenciler dörtgenler arası geçişleri nasıl kurmaktadır? olarak belirlenmiştir. Bu

araştırma problemlerini cevaplayabilmek için aşağıdaki alt problemler çalışma kapsamında araştırılacaktır:

1) Dinamik geometri ortamları 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenleri tanımlama ve sınıflandırma becerilerini geliştirmede etkili midir?

1a) Dinamik geometri ortamları öğrencilerin dörtgenleri tanımlama becerilerini geliştirmede etkili midir?

1b) Dinamik geometri ortamları öğrencilerin dörtgenleri sınıflandırma becerilerini geliştirmede etkili midir?

1c) Dinamik geometri ortamları öğrencilerin van Hiele geometri anlama düzeylerinin 3. düzeyine ulaşmalarında etkili midir?

2) Dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı ve herhangi bir dinamik geometri yazılımının kullanılmadığı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrenciler dörtgenler arası geçişleri nasıl kurmaktadır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Birçok öğrenci geometrik şekilleri ilköğretim II kademeye veya liseye gelene kadar görüşlerine ve genel özelliklerine göre tasnif eder. Bu durum öğrencilerin geometrik şekiller arası geçişleri kurmalarında problem oluşturmaktadır. Haliyle öğrenciler geometrik şekiller arası ilişkileri belirlemede, geometrik şekilleri minimum özellikleri ile tanımlamada yetersiz kalmaktadır (Casa ve Gavin, 2009).

Bu çalışmanın amacı dinamik geometri ortamlarının 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenleri tanımlama ve sınıflandırma becerilerinde etkililiğini ortaya çıkarmaktır. Bu kapsamda öğrencilerin tanımlama, sınıflandırma becerileri ve van Hiele 3. düzeye çıkabilmelerinde dinamik geometri yazılımlarının etkililiği incelenmiştir. Çalışmada ayrıca dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı ve herhangi bir dinamik geometri yazılımının kullanılmadığı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin dörtgenler arası geçişleri nasıl kurduklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Geometri öğrencilere deneyimler sağlayarak çevrelerindeki geometrik şekilleri ve bu şekillerin özelliklerini kavramada öğrencilere fırsat sunar. Ancak, ilköğretim seviyesinde öğrencilerin geometrik şekilleri diğer geometrik şekillerle kıyaslama ve ilişkilendirme yapmadan genellikle görüşlerine veya sahip olduğu özelliklerine göre ele almaları öğrencilerin düşünce düzeylerini geliştirmede sorun oluşturmaktadır (Choi, 1996). Bu sebeple geometrik şekiller arasında ilişkilendirme yapmak geometrik düşünce gelişimi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada ise geometri öğretim programının temel konularından biri olan dörtgenler arasında ilişkilendirmeler yapmak suretiyle sınıflama, tanımlama, mantıksal çıkarım yapma, hiyerarşik düşünme gibi üst düzey davranışların oluşturulmasına uygun birbirinden farklı nitelikte öğrenme ortamları hazırlanacaktır. Bu vesile ile öğrenme ortamlarındaki öğrenci deneyimlerinin yansıtılmasının yanı sıra öğrenme ortamları arasında kıyaslama yapılarak öğrencilerin üst düzey davranışlara hangi öğrenme ortamında daha kolay ulaşabildiklerini gösterilecektir. Bu ise üst düzey davranışlara ulaşabilmede yeni öğrenme ortamları oluşturmaya vesile oluşturacaktır.

İlköğretim II. kademe matematik dersi öğretim programımızda dörtgenler konusu çokgenler alt öğrenme alanında yer almakla beraber; örüntü ve süslemeler, dönüşüm geometrisi, eşlik ve benzerlik, geometrik cisimlerin hacimleri gibi diğer alt öğrenme alanlarında da etkin şekilde kullanılmaktadır. Dolayısıyla dörtgenler konusunun iyi kavranması ilişkili olduğu diğer öğrenme alanlarının kavranmasında da önemli bir rol oynayacaktır. Diğer yandan ilköğretim öğrencileri ilk defa ciddi boyutta tümdengelimsel örneklerle dörtgenler konusunda karşılaştırmaları sebebiyle akıl yürütme becerilerini kullanarak dörtgenler arasında hiyerarşik sınıflandırma yapma, özgün tanımlamalar yapma gibi üst düzey davranışları bu öğretim seviyesinde gerçekleştirmeleri beklenir. Dolayısıyla bu çalışmayla öğrencilerin üst düzey davranışlarının geliştirilmesinin amaçlanması çalışmanın bir diğer önemli boyutudur.

Öğretim programımızda eğitimde kaliteyi ve verimi arttırmak adına teknolojinin kullanılmasına ve eğitim-öğretim etkinliklerinin bu doğrultuda geliştirilmesine ülkemizde önem verilmekle beraber her düzeyde teknolojinin özellikle de dinamik geometri yazılımlarının kullanılması ön planda tutulmaktadır. Fakat öğretim programımızda

dörtgenler konusu için dinamik geometri yazılımlarının kullanılabilceği vurgusu yapılmasına rağmen, ne şekilde kullanılabilceği üzerinde herhangi bir örnek gösterimi mevcut değildir. Bu doğrultuda yapılan çalışmanın ışığında ortaya çıkacak olan materyallerle örnek gösterimi sağlanacak ayrıca dörtgenler ve sınıflandırılması adında hangi ortamların daha etkili olduğu ortaya çıkarılacaktır. Bu da öğretim programı tabanında değerlendirilebilecek bir iyileştirme çalışması olacaktır.

Literatür incelendiğinde dinamik geometri yazılımları sınıf ortamlarında iki farklı türde kullanılabilceği görülmektedir. Bunlardan ilki belli yapılarla geometrik şekilleri oluşturmanın sağlandığı bağımsız yapılandırılmış dinamik geometri yazılımlarının kullanılması ile mümkün olur. Cabri Geometry, Geometers' Sketchpad gibi yazılımlar bu tür öğrenme ortamlarına uygun yazılımlardır. Bir diğer tür ise yapıların önceden yazılımda kurulduğu literatürdeki ismiyle yarı-yapılandırılmış geometrik şekilleri araç çubuklarında barındıran yazılımların kullanılması ile gerçekleşir. İkinci türdeki öğrenme ortamlarına ise the Geometric Supposer gibi geometrik şekilleri doğrudan araç çubuklarında barındıran yazılımlar uygundur. Ancak literatürde çoğunlukla araştırmacıların birbirine benzer nitelikteki Cabri Geometry, Geometers' Sketchpad gibi dinamik geometri yazılımlarını kullandıkları görülmektedir. İki farklı niteliğe sahip dinamik geometri yazılımları olmasına rağmen bu iki tür yazılımları farklı değişkenler açısından karşılaştıran araştırmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Dörtgenlerin tanımlanması ve sınıflandırılması adına ise bu iki öğrenme ortamını karşılaştırma herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile farklı yapıdaki dinamik geometri yazılımları arasında bir kıyaslama yapılarak literatüre yeni bir katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Genelde geometrik şekillerin özelde ise dörtgenlerin tanımlanmasına yönelik çalışmalara bakıldığında literatürde sınırlı sayıda çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Var olan çalışmalar incelendiğinde, bazı araştırmacılar (Ergün, 2010; Heinze ve Kwak, 2002) öğrencilerin tanımlama eksiklerini belirleyerek bu eksiklikleri yansıtmaktan öteye geçememişlerdir. Diğer yandan tanımlama çalışması yapan kimi araştırmacılar öğrenci cevaplarını sınırlı bir teorik çerçeve bağlamında değerlendirmişken, bilgisayar destekli öğrenme ortamı ile diğer öğrenme ortamlarını öğrencilerin tanımlama yapabilme yeterlilikleri bakımından karşılaştıran çalışmalara az sayıda rastlanmaktadır (de Villiers, 1998). Öğrencilerin tanımlama becerilerinin genellikle mülakatlar ile değerlendirilmesi ise

literatürde başka bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma ile yapılan çalışmalar bağlamında sözü edilen sınırlılıklar giderilecektir.

Dörtgenlerin sınıflandırılmasına yönelik literatürdeki çalışmalar incelendiğinde dinamik geometri ortamlarında yapılan araştırmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak, bu çalışmaların çoğu karşılaştırmalı araştırma olmaktan ziyade öğrenci deneyimlerinin yansıtılması ve dinamik geometri ortamlarının potansiyellerinin sergilenmesi üzerinedir (Battista, 2001; Jones, 2000; Leung, 2008; Monaghan, 2000). Diğer yandan dörtgenler konusunun öğretiminde sıklıkla başvurulan somut materyallerin etkililiğini inceleyen araştırmalar (Gal ve Lew, 2008) oldukça azdır. Karşılaştırmalı araştırmalar ise ya geleneksel yöntem ile dinamik geometri ortamların karşılaştırması ya da az sayıda dörtgen türlerini incelemeleri açısından yetersizdir. Ayrıca dörtgenler üzerinde dinamik geometri ortamları üzerine yapılan çalışmalarda çok az sayıda öğrenci ile çalışılması da bir başka sınırlılık olarak ele alınabilir. Bunun yanı sıra dörtgenler arası geçişlerin nasıl kurulduğuna dair karşılaştırmalı bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Yapılan çalışmalar bağlamında, bu çalışma özellikle metodolojisi ve çalışma kapsamına alınan dörtgen türlerinin sayısı bakımından literatürdeki çalışmalardan farklılık göstermektedir.

1950'li yıllarda geliştirilen ve günümüzde de halen popüler olan van Hiele teorisi birbirinin ön koşulu olan ardışık 5 seviyeyi barındırır. Bu bağlamda sınıflandırabilme becerisi van Hiele teorisinde 3. düzeye karşılık gelmektedir (Fuys vd., 1988), Van Hiele anlama düzeylerinin hiyerarşik olduğu düşünüldüğünde 5. ve son düzeyine ulaşabilmek için öğrencilerin ön koşul öğrenmeleri gerekmektedir. Dörtgenler arasında hiyerarşik sınıflandırabilme yapabilmenin bu ön koşullardan biri olması ve seçilen konunun hiyerarşik sınıflandırma yapabilmeyi gerektirmesi sebebiyle çalışmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca van Hiele geometrik düşünce 1., 2. ve 3. düzey göstergeleri (Ek 1) incelendiğinde dörtgenler ve dörtgenler arası ilişkiler bu düzeylerin büyük bir bölümünü içerdiği görülür. Dolayısıyla dörtgenler konusunun iyi öğrenilmesi düzeyler arasındaki geçişi kolaylaştıracağından, çalışma sonucunda ortaya çıkacak olan öğrenme ortamlarının etkililik derecesi bir başka önem arz etmektedir.

Diğer yandan bilgisayar destekli öğretim ile diğer öğrenme ortamlarını öğrencilerin van Hiele düzeyleri bakımından karşılaştıran literatürdeki bazı çalışmaların sonuçları incelendiğinde kimi araştırmacılar öğrencilerin van Heile düzeyleri bakımından öğrenme ortamları arasında istatistiksel bir farklılık bulamazken (Moyer, 2003) kimi araştırmacılar

öğrenme ortamları arasında anlamlı farklılık çıktığı sonucuna ulaşmıştır (Bell, 1998; Breen, 1999; Gül-Toker, 2008). Bu çalışmada van Hiele düzeylerini belirlemede oldukça önemli olan dörtgenler konusu üzerinde araştırma yapılarak literatüre yeni bir ışık tutulacağı düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

- 1) Araştırma 2010–2011 eğitim öğretim yılının bahar yarıyılında, Rize ili Merkez İlçesinde yer alan bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 7-A, 7-B ve 7-C öğrencileriyle sınırlıdır.
- 2) Araştırma içerik bakımından, 7. sınıf seviyesinde dörtgenler konusu ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada:

- 1) Araştırma sürecinde öğrencilerin öğrenme güdülerinin eşit düzeyde olduğu,
- 2) Mülakat yapılan öğrencilerin düşüncelerini net bir şekilde ifade edebildikleri,
- 3) Etkinliklerde kullanılan çalışma yaprakları ve sınavlarda kullanılan ölçme araçları için başvurulan uzman görüşleri yeterli düzeyde olduğu varsayılmıştır.

1.7. Teorik Çerçeve: Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması

Bu bölümde dörtgenlerin tanımlanması ve sınıflandırılmasına dair yapılan literatür çalışmaları özetlenmiştir.

1.7.1. Dörtgenlerde Tanımlama Türleri

Matematikte tanımlamalar önemli bir yer tutmaktadır; öyle ki tanımlamadaki kabuller doğrultusunda sahip olduğumuz bilgileri organize eder ve bu bilgi birikimiyle yeni bilgiler inşa ederiz (De Villiers vd., 2009). Vinner (1991) matematikte kabul edilen tanımlamaların insanoğlu tarafından oluşturulduğunu ve keyfi özellik taşıyabileceğini; bu sebeple de kavramların oluşturulmasında tanımlamadaki kabullerin önemli bir rol oynadığını vurgulamıştır. Sözelimi yamuk: “karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel olan dörtgenlerdir” (s.66) şeklinde tanımlanabilirken, istendiği takdirde: “karşılıklı kenar çiftlerinden sadece biri birbirine paralel olan dörtgenlerdir” (s.66) şeklinde de tanımlanabilir. Eğer ilk tanımlı kabul edilirse paralelkenar da bir yamuk olur, eğer ikinci tanımlı kabul edilirse paralelkenar yamuk olamaz. Bu bölümde geometrik kavramlara yönelik kabul edilen çeşitli tanımlama türlerine yer verilmiştir.

1.7.1.1. Doğru Tanımlama

Doğru yapıda oluşturulmuş bir tanımlama, kavramların gerekli özelliklerini barındırmalıdır. Kavram özelliklerinden birinin kullanılmaması veya eksik kullanılması tam anlamıyla doğru bir tanımlama oluşturmaya engel olur. Doğru tanımlama kapsamında ele alınabilecek üç adet tanımlama türü vardır, bunlar: hiyerarşik tanımlama (HT), ekonomik tanımlama (ET) ve ekonomik olmayan tanımlama (EOT).

Hiyerarşik Tanımlama: Dikdörtgen için *açıları dik olan paralelkenarlardır* şeklinde yapılmış göz önüne alalım. Bu tanımlamada dikdörtgen, hiyerarşik olarak üzerinde yer alan paralelkenarın içerisinde tutularak, dikdörtgen paralelkenarın özel bir hali olacak şekilde tanımlanmıştır. Bu ise paralelkenarın açılarının 90^0 olabileceğine işaret etmiş ve aynı tanım içerisinde paralelkenar ve dikdörtgen arasında genelden özele bir zincir oluşturulmuştur. Diğer yandan dikdörtgen için yapılmış bu tanımlama kareyi de kapsamaktadır. De Villiers (1994) bu tarz mantıkla oluşturulmuş tanımlamalara *hiyerarşik tanımlama* ismini vermiştir.

Ekonomik Tanımlama: Bir kavramın gereğinden fazla özelliklerinin verilmesinden ziyade o kavramın minimum düzeyde özelliklerinin kullanıldığı tanımlama türüdür. Sözelimi eşkenar dörtgen için *tüm kenar uzunlukları birbirine eş olan dörtgenlerdir* şeklinde yapılan tanımlama incelendiğinde, bu tanımlamanın bir eşkenar dörtgen ifade ettiği görülmekle beraber eşkenar dörtgen için karşı kenarlarının paralelliği, açılarının eşliği gibi herhangi bir ek özelliğinin tanımlamada olmadığı görülmektedir (De Villiers vd., 2009). Ayrıca eşkenar dörtgen için yapılan bu tanımlama kareyi de kapsamaktadır. Bu ise ekonomik tanımlamaların, hiyerarşik tanımlamada olduğu gibi, şekiller arası hiyerarşik ilişkileri tanımlamada kapsadığını gösterir.

Diğer yandan, hiyerarşik tanımlama da bir ekonomik tanımlama olarak ele alınabilmektedir. Ancak ekonomik ve hiyerarşik tanımlama arasındaki fark tanımlama “dörtgen” ifadesinin geçip geçmemesi ile ilgilidir. Örneğin yukarıda minimum özellikleri kullanılarak oluşturulan tanımlama eşkenar dörtgen için bir ekonomik tanımlamaya örnektir. Ancak eşkenar dörtgenin *komşu kenar uzunlukları birbirine eş olan paralelkenarlardır* şeklinde tanımlanması bir hiyerarşik tanımlamadır. Çünkü bu tanımlamada dörtgenden değil eşkenar dörtgenin hiyerarşik olarak üzerinde yer alan paralelkenar ile tanımlanması söz konusudur.

Ekonomik Olmayan Tanımlama: Ekonomik tanımla aksine bu tür tanımlamada ilgili kavramın minimum özelliklerinin kullanılmasından ziyade gereğinden fazla özellikleri tanımlamada kullanılır (De Villiers vd., 2009). Örneğin kare için *açıları 90^0 olan tüm kenar ve köşegen uzunlukları birbirine eş olan dörtgenlerdir* şeklinde yapılmış tanımlama ekonomik olmayan bir tanımlamaya örnektir. Bu tanımlamada köşegen uzunluklarının birbirine eş olmasının tanımlamada kullanılması gereksizdir. Ancak, kare için yapılan bu tanımlama yine de doğru bir tanımlamadır.

1.7.1.2. Yetersiz ve Yanlış Tanımlama

Yetersiz tanımlamada kavramlar için kullanılması gereken özelliklerden bazılarının kullanılmasına rağmen en az birinin kullanılmaması veya eksik kullanılması söz konusu iken yanlış tanımlamada bu özelliklerin kullanılmaması söz konusudur. Yetersiz tanımlama

kendi içerisinde kapsamayan tanımlama (KT), özellikleri eksik kullanılan tanımlama (ÖEKT) ve özel tanımlama (ÖT) olarak 3'e ayrılır.

Kapsamayan Tanımlama: Kapsamayan tanımlama kavramlar arası hiyerarşik ilişkilerin reddedilerek kavramların birbirinden ayrılmaya çalışıldığı tanımlama türüdür. Örneğin aşağıda yamuk için yapılmış iki farklı tanımlamayı ele alalım.

Tanım 1: *Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel olan dörtgenlerdir.*

Tanım 2: *Karşılıklı kenar çiftlerinden sadece biri birbirine paralel olan dörtgenlerdir.*

Bu tanımlamalardan birincisinde paralelkenar, daha genel özelliklere sahip olan yamuğun içerisinde yer almıştır. Çünkü birinci tanımlamada kullanılan *en az* ifadesi, karşılıklı kenar çiftlerinin ikisi de birbirine paralel olan paralelkenarı da kapsayarak aynı tanım içerisinde genelden özele bir zincir oluşturmuştur. İkinci tanımlamada ise birinci tanımlamadakinin aksine paralelkenar ve yamuk birbirinden ayrılmıştır. Şöyle ki, tanımlamada geçen *sadece* kelimesi bu işlevi yerine getirerek paralelkenarı yamuğun içine dâhil etmemiştir. İkinci tanımlama genel yamuk örneklerini kapsamamasına rağmen özel yamuk örneklerini (kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve paralelkenar) kapsamamaktadır. Bu tarz mantıkla oluşturulmuş tanımlamalara de Villiers (1994) *kapsamayan tanımlama* ismini vermiştir.

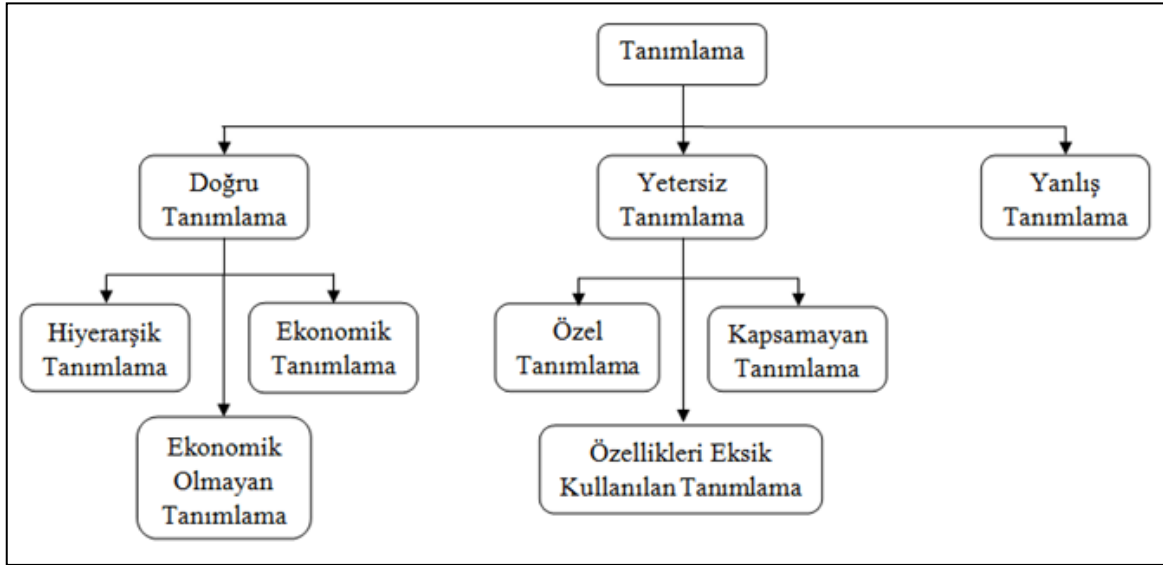
Özellikleri Eksik Kullanılan Tanımlama: Bu tür tanımlamada ilgili kavramın özelliklerden birinin kullanılmaması veya eksik kullanılması söz konusudur. Örneğin dikdörtgenin *karşılıklı kenarları paralel olan dörtgenlerdir* şeklinde tanımlandığını varsayalım. Dikdörtgenler için karşılıklı kenarlarının paralel olması gerekli bir koşuldur fakat yapılan tanımlama özellikleri eksik kullanılan bir tanımlamadır. Çünkü yukarıda yapılan tanımlamaya genel bir paralelkenar da dâhil edilebileceğinden, bu tanımlama her zaman bir dikdörtgen belirtmeyecektir. Bu sebeple yapılan tanımlama özellikleri eksik kullanılan bir tanımlamadır (De Villiers vd., 2009).

Özel Tanımlama: Bu tür tanımlamada ise ilgili kavramın genel hallerinin belirtilmesi yerine daha özel hallerinin belirtilmesi söz konusudur. Özel tanımlamaya yönelik Zaskis ve Leikin (2008) kare için *dört adet dik açısı olan ve her kenarı 2 cm olan dörtgenlerdir* (s.135) örneğini göstermişlerdir. Bu tanımlama özel bir kareyi tasvir etmesine rağmen genel bir karenin özelliklerini barındırmamakta, her kare için kullanılamamaktadır. Özel tanımlamaya verilebilecek diğer bir örnek ise: dikdörtgeni kare şeklinde tanımlamaktır.

Kare her zaman bir dikdörtgen olmasına karşılık genel bir dikdörtgen değildir. Bu sebeple dikdörtgen için bu tarzda oluşturulan bir tanımlama özel tanımlama kategorisinde yer alıp yetersiz tanımlamaya verilebilecek başka bir örnektir.

Yanlış Tanımlama: Yanlış tanımlamada kavramlar için geçerli olan özelliklerin kullanılmaması söz konusudur. Örneğin ikizkenar yamuk için yapılmış *köşegenleri birbirlerini dik kesen dörtgenlerdir* şeklinde yapılan tanımlama incelendiğinde yapılan tanımlamanın yanlış olduğu görülmektedir. Çünkü bir dörtgenin ikizkenar yamuk olabilmesi için köşegenlerinin birbirini her zaman dik kesmesi gerekmektedir. Ayrıca, her köşegenleri dik kesişen dörtgen ise ikizkenar yamuk değildir (De Villiers vd., 2009).

De Villiers (1994), De Villiers vd. (2009), Zaskis ve Leikin (2008) tarafından özellikleri ortaya koyulan tanımlama çeşitleri arasında Şekil 1'deki gibi bir ilişki çıkarılabilir.



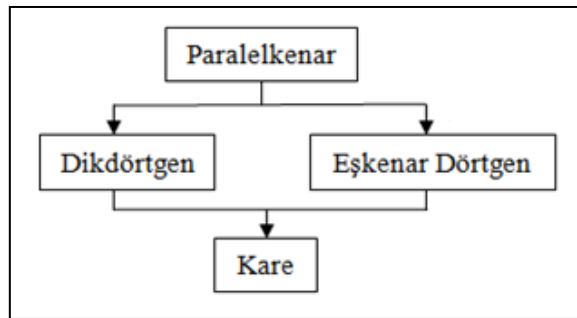
Şekil 1. Tanımlama türleri ve aralarındaki ilişki

1.7.2. Dörtgenlerde Hiyerarşik ve Bölünmüş Sınıflandırma

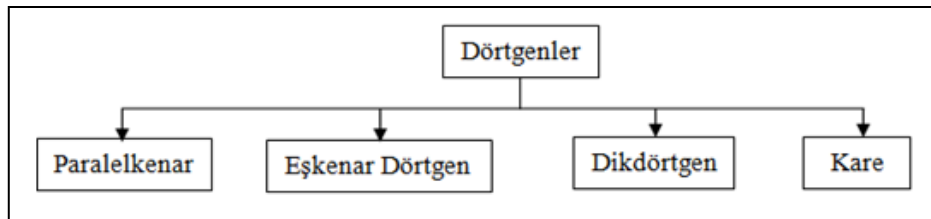
Sınıflandırma, nesnelere belli özelliklere göre (boyut, kenar, renk, kalınlık vs.) mantıksal olarak kategorize etmeyi gerektirir. Bu sebeple nesnelere arasında sınıflandırma yapabilme mantıksal çıkarım yapmanın ön koşullarından birini oluşturur. Erken çocukluk

ve okul öncesi eğitim yaşlarında, nesnelere kategorize edilerek sınıflandırmanın temeli oluşturulur. Örneğin nesnelere renklerine, uzunluk-kısalıklarına vs. göre ayırmaya erken yaşlarda başlanır. Ardından nesnelere daha kompleks özellikler barındıracak şekilde sınıflandırılır. Özellikle ilköğretim birinci kademe ilk yıllarında öğretmen sınıflandırma yapan öğrencilere *bu şekillerdeki benzer özellikler nelerdir? şekillerin farklı özellikleri nelerdir? niçin bu şekli bu gruba aldın?* türünden sorular yönelterek öğrencileri cesaretlendirmeli, esnek bir şekilde düşünüp farklı kriterler oluşturmalarını sağlamalıdır. Bu sayede öğrenciler gözlemler yaparak kurallarını sınavacaklar, düşüncelerini açıklayacaklar ve mantıksal çıkarım yapma yeteneklerini geliştireceklerdir. İlköğretim eğitiminin ilerleyen yıllarında ise sınıflandırma becerileri daha da geliştirilerek nesnelere arasındaki özel ilişkileri görebilme, bu ilişkilere eleştirel bakış açısıyla yaklaşma gerçekleşir (Hatfield vd., 1997) Literatürde sınıflandırma çeşitleri *hiyerarşik* ve *bölünmüş* olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

De Villiers (1994) hiyerarşik sınıflamayı bir dizi kavramların daha özel kavramlarla (alt kümesi olan) ifade edilmesi olarak ele almıştır. Bölünmüş sınıflandırmayı ise hiyerarşik sınıflamadan farklı görerek burada bir kavramın alt kümelerinin kendi aralarında birbirinden bağımsız olduğunu belirtmiştir. De Villiers her iki sınıflandırma türünü Şekil 2 ve Şekil 3'deki gibi örneklendirmiştir.



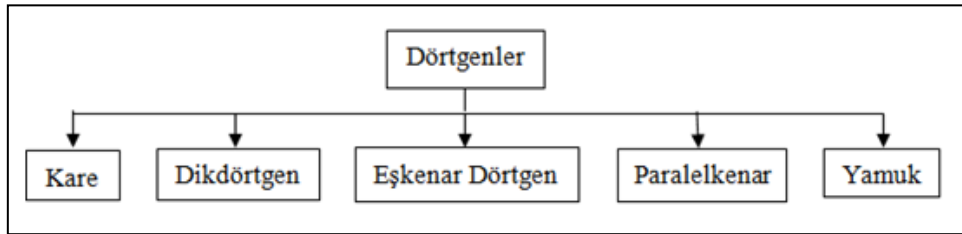
Şekil 2. De Villiers (1994)'e göre hiyerarşik bir sınıflandırma



Şekil 3. De Villiers (1994)'e göre bölünmüş bir sınıflandırma

Dörtgenlerin sınıflandırılması adına geometri tarihinde bilinen en erken sınıflamalardan biri Euclides tarafından yapılmıştır. Euclides, Elementler isimli kitabının 1. cildinde 5 farklı dörtgeni aşağıdaki gibi tanımlayarak Şekil 4’deki sınıflandırmaya işaret etmiştir.

Dörtgensel şekillerden; kare hem kenarları eşit olan hem de açıları dik olan, dikdörtgen açıları dik olan fakat kenarları eşit olmayan, eşkenar dörtgen kenarları eşit olan fakat açıları dik olmayan, paralelkenar karşı kenarları ve açıları birbirlerine eşit olan fakat ne kenar uzunlukları birbirine eşit ne de açıları dik olmayan dörtgenlerdir. Bu dörtgenler dışında kalan dörtgenlere de yamuk denir (akt. Ususkin ve Griffin, 2008, s.19).

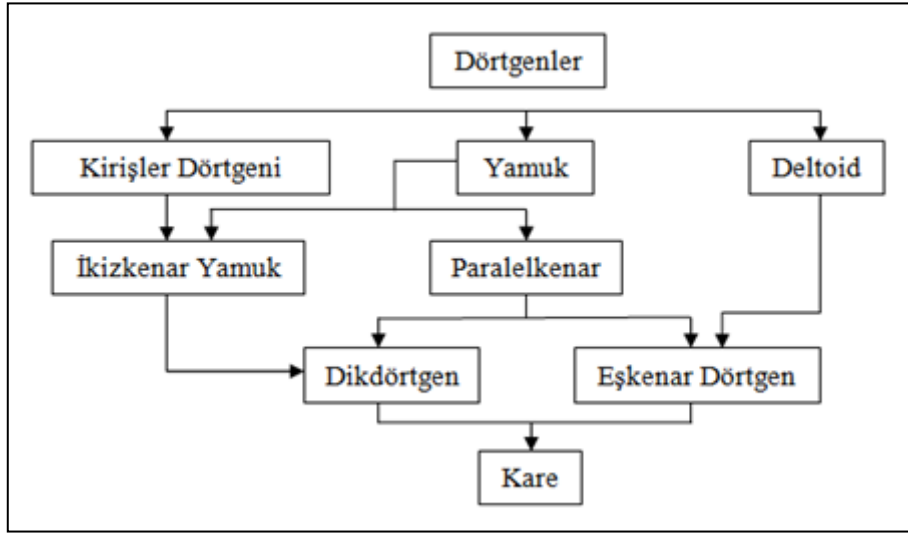


Şekil 4. Euclides’in Dörtgenleri Sınıflandırması

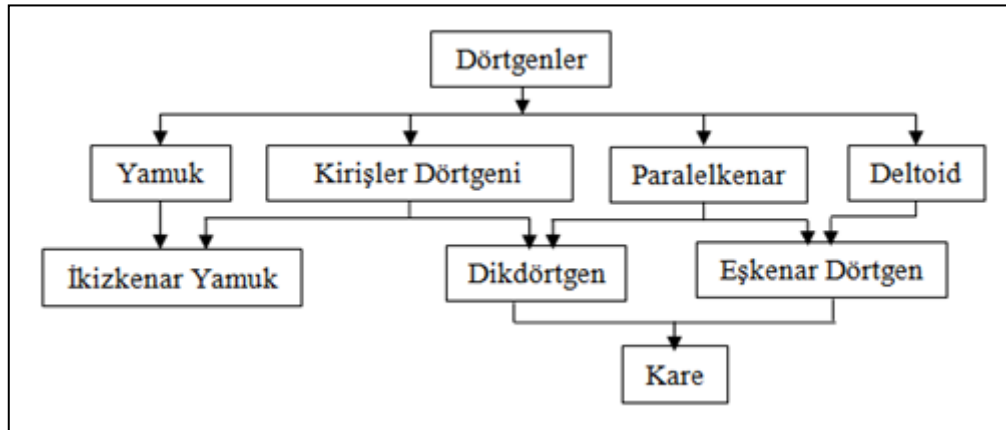
Euclides’in sınıflandırması yorumlandığında dörtgenleri tanımları itibariyle birbirinden ayrıldığı, özel dörtgenler arasında bir ilişkinin olmadığı düşünülüyor söylenebilir. Örneğin dikdörtgeni (rectangle) kareden ayırmak amacıyla oblong terimini kullanmış ve dikdörtgen için mutlaka bir uzun bir de kısa karşılıklı kenar çifti olması gerektiği ima etmiştir. Paralelkenarları (parallelogram) temsil etmek üzere ise Euclides rhomboids terimini kullanarak bu terimle paralelkenara *komşu kenar uzunlukları farklı olma ve dikdörtgen olmama* özelliklerini yüklemiştir. Euclides’in dörtgen tanımlamaları incelendiğinde herhangi bir paralellik özelliğinden söz etmediği görülmektedir. Çünkü Euclides Elementler isimli kitabında paralellik kavramına dörtgenleri tanımladıktan sonra değinmiştir (Athanasopoulou, 2008; Usiskin ve Griffin, 2008). Euclides dörtgenlere kapsamayan tanımlama mantığı ile yaklaşarak dörtgenler arasında bölünmüş sınıflandırma yapmıştır. Görüldüğü üzere tanımlamadaki kabuller doğrudan sınıflandırma yapmayı da etkilemektedir.

Usiskin ve Griffin (2008) yamuktaki kabullere göre sekiz farklı türde özel dörtgenle iki farklı hiyerarşik sınıflama örneği sunmuştur. Birinci hiyerarşik sınıflamada (Şekil 5)

kare, dikdörtgen ve eşkenar dörtgenin; dikdörtgen, ikizkenar yamuk ve paralelkenarın; eşkenar dörtgen, deltoid ve paralelkenarın ve son olarak ikizkenar yamuk, yamuk ve kirişler dörtgeninin hiyerarşik olarak altında yer almıştır. Yazar böyle bir hiyerarşik sınıflama oluşmasında yamuğun hiyerarşik tanımının (karşılıklı kenar çiftlerinden en az bir çifti paralel olan dörtgen) en önemli unsur olduğunu vurgulamaktadır. Zira yamuğun kapsamayan tanımlaması (karşılıklı kenar çiftlerinden yalnızca bir çifti paralel olan dörtgen) kabul edildiğinde hiyerarşik olarak altında bulunan diğer beş dörtgen bu tanımlamadan etkilenecektir. Bu durumun bir sonucu olarak da dörtgenler arasındaki ilişkiler değişecek ve farklı bir hiyerarşik sınıflama meydana gelecektir (Şekil 6).

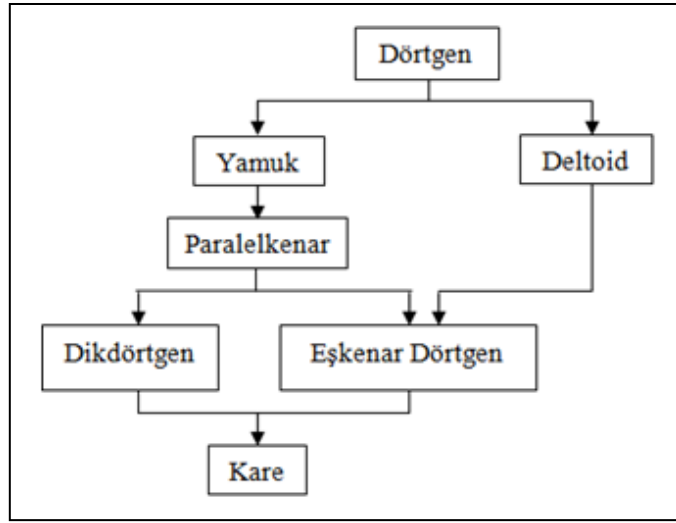


Şekil 5. Yamuğun hiyerarşik tanımlamasına göre oluşturulmuş hiyerarşik bir sınıflama (Usiskin ve Griffin, 2008, s. 69)



Şekil 6. Yamuğun kapsamayan tanımlamasına göre oluşturulmuş hiyerarşik bir sınıflama (Usiskin ve Griffin, 2008, s. 71)

Görüldüğü üzere dörtgenlerin sınıflandırması üzerine birçok farklı türde sınıflandırma yapmak mümkündür. Bu sınıflandırmada anahtar kelimelerden biri tanımlamalardaki kabullerdir. Ayrıca sınıflamaya dâhil edilen dörtgen sayısı da sınıflandırmayı etkilemektedir. Son yıllarda ilköğretim düzeyinde dörtgenlerin sınıflandırılmasında bilgisayar yazılımlarını kullanan ve öneren çalışmalar incelendiğinde (Fujita ve Jones, 2007; Jones, 2000; Leung, 2008; Serow, 2008) yaygın olarak Şekil 7'deki hiyerarşik sınıflandırmanın kabul gördüğü anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalarda dörtgenlerin sınıflandırılması

1.8. Niçin Hiyerarşik Sınıflandırma?

De Villiers (1994) çalışmasında hiyerarşik sınıflandırmanın bölünmüş sınıflandırmaya göre üstün özellikleri olduğunu öne sürmüştür, bu özellikler şöyledir (s. 5):

1. Kavramların daha ekonomik olarak tanımlanmasında ve teoremlerin formüle edilmesinde etkilidir
2. Daha özel konumda bulunan, kavram özellikleriyle ortaya çıkan sonuçların organize edildiği tümdengelimsel sistematikleştirmeyi (deductive systematization) ve bu kavramların türetilmesini kolaylaştırır
3. Çoğunlukla problem çözme esnasında kullanışlı bir kavramsal şema sağlar

4. Kimi zaman alternatif tanımlamalar ve yeni önermeler oluşturmaya yönlendirir
5. Kullanışlı bir küresel bakış açısı sağlar.

De Villiers (1994) hiyerarşik sınıflandırmanın üstünlüğünü belirtmek üzere numaralandırdığı maddeleri açıklama yoluna gitmiştir. İlk maddede hiyerarşik sınıflandırmanın bölünmüş sınıflandırmaya göre üstünlüğü belirtilerek paralelkenar örneğine dayalı olarak açıklamada bulunulmuştur. Bu örnekte paralelkenarın tanımlanmasında; eşkenar dörtgen, kare ve dikdörtgen tanımlarını dâhil etmeyen *kapsamayan tanımlama* oluşturmaya nazaran, hiyerarşik bir tanımlama yapmanın daha ekonomik olacağı vurgusu yapılmıştır. Örneğin de Villiers'a (1987) göre paralelkenarın tanımını örnek göstererek "*karşılıklı kenarları paralel olan dörtgenlerdir*" şeklinde bir tanımlama yapmanın, "*köşegen uzunlukları birbirine eşit olmayan, karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olup tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olmayan dörtgenlerdir*" şeklinde tanımlama yapmaya göre daha ekonomik olduğunu belirtmiştir. Teoremlerin formüle edilmesinde ise benzer şekilde bölünmüş tanımlamayla karşılaştırma yapılarak bu tarz tanımlama yapmanın ekonomik olmayacağını, kullanışsız ve anlaşılması güç bir tanımlama olacağını "eğer E, F, G ve H noktaları herhangi bir ABCD dörtgeninin sırasıyla orta noktalarıysa; EFGH bir paralelkenar, dikdörtgen, eşkenar dörtgen veya karedir (de Villiers, 1994, s. 5)" gibi benzer örnekler vererek açıklamıştır.

İkinci maddede hiyerarşik olarak sınıflanmış iki kavramdan, birinin diğer kavramın alt kümesi olması durumunda, alt kümede bulunan kavram özelliklerinden yola çıkılarak diğer kavrama ilişkin çıkarımlarda bulunulmasının yersiz olacağı belirtilmiştir. Örneğin deltoidin bir alt kümesinin (hiyerarşik olarak alt basamağında yer alması) eşkenar dörtgen olduğu göz önüne alındığında deltoide ilişkin ortaya konulmuş tüm teoremlerin eşkenar dörtgen için de geçerli olabileceken; eşkenar dörtgene ilişkin ortaya koyulan tüm teoremlerin deltoid için de geçerli olması mümkün değildir. Bir bakıma eşkenar dörtgenin köşegenlerinin dik kesiştiğini ispatlamanın, deltoidte bu özelliğin kolaylıkla ispatlanan bir özellik olması sebebiyle gereksizdir.

Üçüncü maddede genelde hiyerarşik sınıflama problem çözme esnasında ve özellikle ispatlamada kullanışlı olduğuna değinilmiştir. Örneğin, karşılıklı bir kenar çifti paralel olan bir deltoidin, bir eşkenar dörtgen olduğunu ispatlamak istediğimizde, hiyerarşik perspektiften bakılarak eşkenar dörtgenin, paralelkenar ve deltoidin kesişimlerinden

oluştugu göz önüne alınarak bu şeklin yalnızca her iki karşılıklı kenar çiftlerinin paralel olduğunu ispatlamanın yeterli olduğu belirtilmiştir. Burada kullanılan kavramsal şema bizi amacımıza götürmüştür (de Villiers, 1987, 1994).

Dördüncü maddede hiyerarşik ilişkilerden doğan kavramların alternatif tanımlamalara ve yeni önermelerin oluşturulmasında etkili olabileceği tartışılmıştır. Örneğin A kavramı, diğer iki kavram olan B ve C'nin bir kesişimiye o halde A kavramı B ve C'nin sahip oldukları tüm özelliklere sahip olacaktır. Bu durumda A kavramının sahip olduğu özelliklerinin tümü dikkate alındığında bu kavram için alternatif bir tanım getirmek veya yeni bir öneri oluşturmak mümkün hale gelebilecektir. Ayrıca bulunan sonuçlar doğrultusunda hiyerarşik sınıflandırmanın genellemelere de imkân sağlayacağı unutulmaması gerektiği bu maddede vurgulanmıştır.

Beşinci maddede ise hiyerarşik sınıflandırmanın küresel bir bakış açısı kazandırabileceğine dair vurgu yapılmış ve bunun da kavramlar arası ilişkilerin temelini oluşturan özellikler vasıtasıyla daha da uyumlu olarak kavramların akılda tutulmasının kolaylaştıracağı düşünülmüştür. Ayrıca genel kavramlardan üretilen daha özel kavramların özelliklerinin nasıl oluştuğuna yönelik estetik bir şekilde görülebilmesine de olanak sağlayabileceği belirtilmiştir. Örneğin eşkenar dörtgen; deltoid ve paralelkenarın bir kesişimi olduğundan aynı zamanda deltoid ve paralelkenarın köşegen özelliğine de sahip olur ve eşkenar dörtgende köşegenler birbirini dik olarak iki eşit parçaya böler.

1.9. İlköğretim Programında Dörtgenler

Tablo 1'de İlköğretim II. Kademe Matematik Dersi Öğretim Programında dörtgenler konusuna ilişkin kazanımların sınıflara göre dağılımı sunulmuştur. Bu tablonun oluşturulmasında kazanımlar içerisinde dörtgenlerin doğrudan kullanılması kıstas alınmıştır. Bunun dışında dörtgenlerin başka kazanımları elde etmede yardımcı eleman olarak ele alındığı durumlar da mevcuttur. Örneğin 6. sınıf Ölçme Alanı, Hacim Ölçme Alt Öğrenme Alanında yer alan *dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün hacmine ait bağıntıları oluşturur* kazanımında kare ve dikdörtgen ara eleman olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu tarz kazanımlarda dörtgenlerin doğrudan yer almayıp, bir bakıma başka

bir kazanım için ön koşul öğrenme sağlayan yardımcı eleman olarak ele alınması sebebiyle oluşturulan tabloda bu tarz kazanımlara yer verilmemiştir.

Tablo 1. İlköğretim II. Kademe Matematik Dersi Öğretim Programında Dörtgenler Konusuna İlişkin Kazanımların Sınıflara Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı	İlgili Kazanım
6.Sınıf	Geometri	Çokgenler	<ul style="list-style-type: none"> • Çokgenleri inşa eder. • Kare ve dikdörtgenin açıları, kenarları ve köşegenleri arasındaki ilişkileri belirler.
7.Sınıf	Geometri	Çokgenler	<ul style="list-style-type: none"> • Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler. • Dörtgenlerin kenar, açı ve köşegen özelliklerini belirler.
		Eşlik ve Benzerlik	<ul style="list-style-type: none"> • Çokgenleri karşılaştırarak eş olup olmadıklarını belirler ve bir çokgene eş çokgenler oluşturur. • Çokgenleri karşılaştırarak benzer olup olmadıklarını belirler ve bir çokgene benzer çokgenler oluşturur.
	Ölçme	Dörtgensel Bölgenin Alanı	<ul style="list-style-type: none"> • Dörtgensel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder. • Paralelkenarsal bölgenin alan bağıntısını oluşturur. • Eşkenar dörtgensel bölgenin alan bağıntılarını oluşturur. • Yamuksal bölgenin alan bağıntısını oluşturur. • Dörtgensel bölgelerin alanları ile ilgili problemleri çözer ve kurar. • Kenar uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar. • Çevre uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar.
8. Sınıf	-	-	-

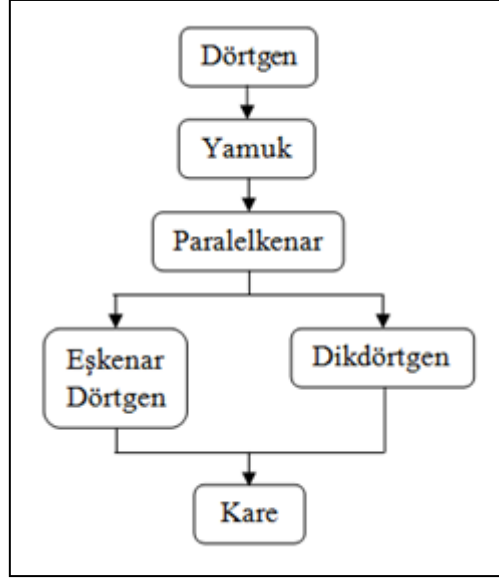
Tablo 1 incelendiğinde; altıncı sınıfta yalnızca kare ile dikdörtgen ele alınarak dörtgenler dar bir kapsamda incelenmiş ve öğretim programından da görülebileceği üzere daha ziyade dörtgenlerin kâğıt katlama veya modellerle oluşturulması ön planda tutulmuştur. Yedinci sınıf seviyesi dörtgenlerin en kapsamlı olarak öğretildiği kademe olarak karşımıza çıkmaktadır. Dörtgenin özelliklerin ayrı ayrı keşfedilmesi bu basamakta gerçekleştirilerek dörtgenler; kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuk çeşitleriyle sınırlandırılmıştır. Çokgenler alt öğrenme alanında her bir dörtgenin genel

özellikleri derinlemesine ele alınmış; Eşlik ve Benzerlik alt öğrenme alanında çokgenlerin kendi içlerinde karşılaştırılması bunun sonucunda eş ya da benzer olup olmadıklarına karar verilmesi amaçlanmıştır; Dörtgensel Bölgenin Alanı alt öğrenme alanında ise tüm dörtgenlerin alan bağıntısı oluşturulmuştur. Eski matematik öğretim programıyla karşılaştırıldığında bu seviyede deltoid, dörtgenler konusu içerisine kapsam dışı bırakılmıştır. Sekizinci sınıfta ise doğrudan dörtgenleri kapsayacak bir kazanımın olmadığı fakat üç boyutlu geometrik şekillerin oluşturulmasında, örüntü ve süslemeler gibi alt öğrenme alanında dörtgenlerden yararlanıldığı görülmektedir.

İlköğretim II. kademe matematik dersi öğretim programı incelendiğinde dörtgenlerin tanımlanmasına ilişkin hiyerarşik veya ekonomik tanımlama kullanıldığı görülmektedir. Örneğin “yamuğun; karşılıklı kenar çiftlerinden en az birinin birbirine paralel olduğu modeller üzerinde uygun yöntemlerle keşfettirilir” (MEB, 2005, s.236) şeklinde sunulan etkinlik örneği göz önüne alındığında hiyerarşik tanımlanmanın benimsendiği anlaşılmaktadır. Verilen teorik çerçeveler kıstas alındığında öğretim programında yer alan dörtgen türleri doğru bir şekilde aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

- Dörtgen : Dört kenara sahip olan çokgenlere dörtgen denir.
: Dört kenarı da doğru parçasından oluşan ve kapalı olan geometrik şekillere dörtgen denir.
- Yamuk : Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel olan dörtgenlere yamuk denir.
- Paralelkenar : Karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olan dörtgenlere paralelkenar denir.
: Karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olan yamuklara paralelkenar denir.
- Dikdörtgen : Dik açılı paralelkenarlara dikdörtgen denir.
: Dik açılı dörtgenlere dikdörtgen denir.
- Eşkenar : Komşu kenar uzunlukları birbirine eş olan paralelkenarlara eşkenar dörtgen denir.
- Dörtgen : Tüm kenar uzunlukları birbirine eş olan dörtgenlere eşkenar dörtgen denir.
- Kare : Dik açılı eşkenar dörtgenlere kare denir.
: Komşu kenar uzunlukları birbirine eş olan dikdörtgenlere kare denir.
: Kenarlar uzunlukları ve açı ölçüleri birbirine eş olan dörtgenlere kare denir.

Dörtgenlere dair verilen doğru tanımlamadan yola çıkılarak dörtgen türleri arasındaki ilişki ise Şekil 8’de verilen hiyerarşik şemaya işaret eder.



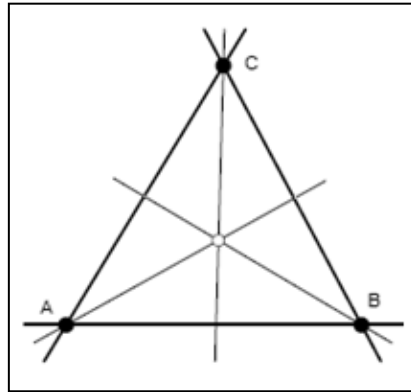
Şekil 8. İlköğretim düzeyinde dörtgenlerin sınıflandırılması

Öğretim programında geometri öğrenme alanlarının genel amaçlarında öğrencilerin sınıflandırma becerilerinin sorgulanması yer almasına rağmen dörtgenlere yönelik doğrudan bir sınıflandırma örneğinin programda gösterilmemesi dikkat çekicidir. Fakat dörtgenler konusunu öğrenen 7. sınıf öğrencilerden Şekil 8’deki doğru sınıflandırmayı yapması beklenmektedir. Bu çalışmada ise yukarıda sunulan tanımlama örnekleri ve Şekil 8’de verilen hiyerarşik sınıflandırma teorik çerçeve olarak kullanılmıştır.

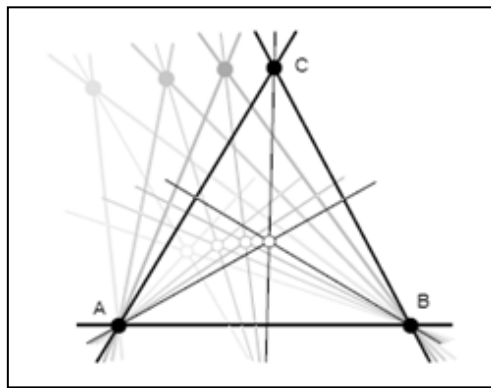
1.10. Dinamik Geometri Ortamları ve Dinamik Geometri Yazılımları

Dinamik geometri ortamlarının temel mantığını dinamik kelimesi oluşturmaktadır. Dinamik kelimesi statik kelimesinin karşısında yer alıp hareketli, etkin manasına gelmektedir. Dinamik geometriyi King ve Schattschneider (1997) “etkileşimli bilgisayar yazılımları ile uygulanan hareketli, keşfedici geometri” (s. IX) olarak tanımlamaktadır. Bu tür ortamlarda önemli görülen geometrik nesnelerin oluşturulması ve bu nesneler üzerinde sürükleme işlemi gerçekleştirilebilir. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesi dinamik geometri yazılımları aracılığıyla olmaktadır.

Dinamik geometri yazılımları ise Cabri Geometry, Geometer's Sketchpad, Cinderella, Wingeo, Geogebra gibi geometri için geliştirilmiş özel yazılımlara verilen ortak isimdir. Bu tür yazılımların ortak özellikleri arasında nokta, doğru, çember gibi geometrik nesnelerin oluşturulması ile bu nesnelerin bağımlı olarak birbirleriyle ilişkilendirilmesi yer almaktadır (Güven ve Karataş; 2009). Bir bakıma yazılım aracılığıyla oluşturulan nesnelere sürüklenme işlemi gerçekleştirildiğinde, nesnelerin özellikleri dinamik olarak değişmekte, nesnelerin korunan bir özelliği varsa sabit kalmaktadır. Bu durum geometride ileri düzeye gelinen bir nokta olarak görülmüş ve geometriyi salt kâğıt-kalem kullanma sürecinden kurtarmıştır (Güven, 2002). Örneğin bir üçgenin kenarortaylarının, üçgenin iç bölgesinde yer alan bir noktada (ağırlık merkezi) kesişmesi özelliğini ele alalım. Şekil 9'da bir üçgen ve kenarortayları doğrular yardımıyla oluşturulmuş bir geometrik şekil görülmektedir. Şekil 10'da bu üçgenin C köşesine sürüklenme işlemi uygulandığında üçgenin kenar uzunlukları, açıları gibi temel özelliklerinde değişimler meydana gelirken; kenarortaylarının tek bir noktada kesişmesi özelliğinde ise bir değişiklik meydana gelmediği görülmektedir.



Şekil 9. Herhangi bir üçgen ve kenarortayları



Şekil 10. Şekil 9'daki üçgenin C köşe noktasından sürüklenmesi sonrası durumu

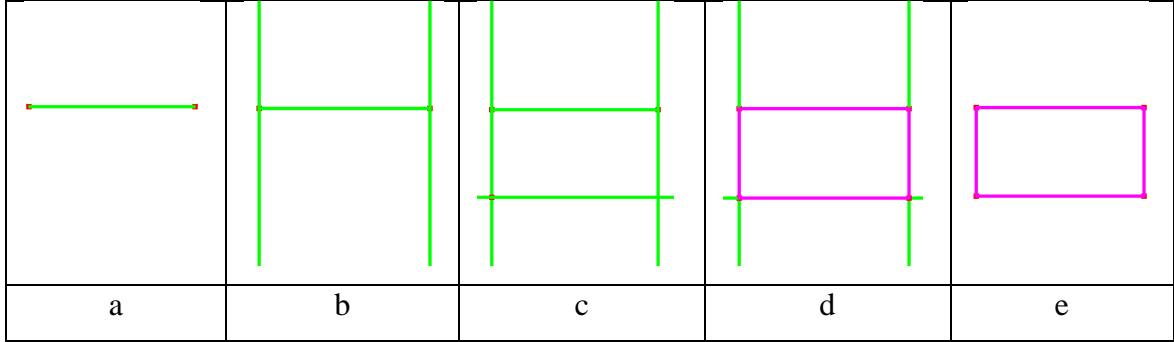
Dinamik geometri ortamlarının özellikleri yalnızca bunlarla sınırlı kalmamaktadır. Literatür incelendiğinde dinamik geometri ortamlarının; doğru yapılandırma, görselleştirme, keşfetme, ispat, dönüşümler, geometrik yer, mikrodünya, deneyim, sürpriz ve dönüt gibi özelliklerinin de olduğu vurgulanmaktadır (Arcavi ve Hadas, 2000; King ve Schattschneider, 1997). Böylesine zengin olanaklar sunan ortamlar göz önüne alındığında, öğrencilerin anlamada sorun yaşadıkları geometrik kavramların, bu ortamlarda öğretilmesini akla gelmektedir. İlköğretim düzeyinde sorun yaşanan geometrik kavramlardan biri de dörtgenlerdir (Aichele ve Wolfe, 2008; Casa ve Gavin, 2009; Erez ve Yerushalmy, 2006; Leung, 2008).

1.11. Farklı Öğrenme Ortamlarda Dörtgenlerin Oluşturulması

Erez ve Yerushalmy'e (2006) göre dinamik geometri yazılımları sınıf ortamında iki farklı türde kullanılabilir. Birinci tür, öğrencilerin geometrik şekillere özellikler yüklemesi ve şekiller üzerinde bağımsız bir yapılandırma oluşturması ile ilgilidir. Bu sebeple, geometrik şekillerin oluşturulması esnasında yapılandırmanın doğru gerçekleştirilmesi (diklik, paralellik, açıortay vs. özellikleri gibi) büyük önem taşımaktadır. Örneğin Cabri Geometry, dörtgen çeşitleri (kare hariç: çünkü *düzgün çokgen* araç çubuğu yardımıyla doğrudan oluşturulabilir) doğrudan araç çubuğunda yer almadığından bağımsız yapılandırmaya uygun bir yazılımdır. Sözgelimi dikdörtgen oluşturmak isteyen bir öğrenci yazılımda diklik özelliklerini iyi kullanması gerekmektedir. Dikdörtgenin diklik özelliğini bilmeyen veya diklik özelliğini yazılımda doğru oluşturamayan bir öğrencinin, dikdörtgen oluşturması beklenemez. Şekil 11'da Cabri Geometry yazılımda oluşturulmuş bağımsız yapılandırma aşamaları sunulmaktadır.

- a) Menü çubuklarından *Doğru Parçası* seçilir.
- b) Doğru parçasının bitim noktalarına *Dik Doğru* araç çubuğu seçilerek dikmeler indirilir.
- c) Tekrar *Dik Doğru* araç çubuğu seçilerek oluşturulan bu dikmelerden herhangi birine yine bir dikme indirilir.
- d) Doğruların kesiştiği noktalara *Çokgen* araç çubuğu yardımıyla bir dörtgen yerleştirilir.

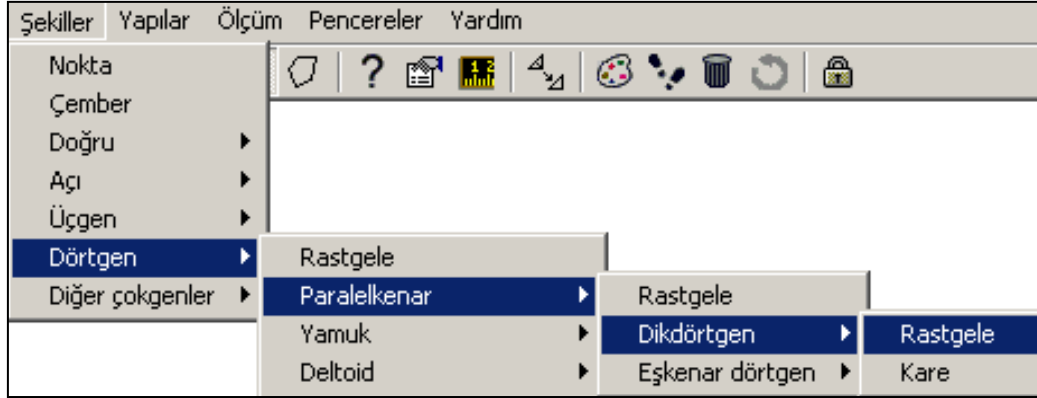
e) Doğru parçası ve doğrular *Gizle/Göster* araç çubuğu yardımıyla gizlenir.



Şekil 11. Cabri Geometry yazılımında dikdörtgen oluşturma aşamaları

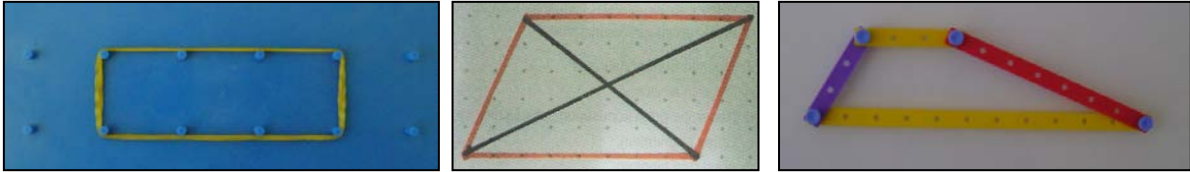
Erez ve Yerushalmy (2006) dinamik geometri yazılımları sınıf ortamında kullanılabileceği ikinci türünde ise yazarlar yarı yapılandırılmış şekillere vurgu yapmıştır. Yani, öğrenene öğretmen tarafından oluşturulmuş hazır olarak verilen şekiller veya bilgisayar yazılım menüsü aracılığıyla doğrudan oluşturulabilen şekiller bu gruba girmektedir. Bağımsız yapılandırılmış şekillerde, öğrenen oluşturacağı şeklin özelliklerini bilmesi gerekmektedir; aksi halde şekli oluşturması mümkün değildir. Yarı yapılandırılmış şekillerde ise öğrenen elinde bulundurduğu şeklin özelliklerini önceden bilmesi gerekmemektedir. Öğrenciler, kendilerine sunulan yarı yapılandırılmış şekiller sayesinde gerekli gözlemler, tahminler, denemeler ve keşifler yapar ve bilgiyi elde eder (Manouchehri vd., 1998). Bu sebeple şekillere yüklenen dinamik özellikler, sahip oldukları görsellik sebebiyle öğrencilere çıkarım yapma fırsatı verir (Sinclair, 2003).

Dinamik geometri yazılımları sınıf ortamında kullanılabileceği ikinci tür olarak the Geometric Supposer yazılımı ele alınabilir. Sözgelimi dörtgen çeşitleri the Geometric Supposer yazılımında doğrudan menü çubuklarında yer almaktadır. Bu sebeple yazılım dörtgenler üzerinde yarı yapılandırılmış bir özelliğe sahiptir. Örneğin; yine dikdörtgen oluşturmak isteyen bir öğrencinin bir önceki yazılımındaki gibi dikdörtgen diklik özelliklerini bilmesine gerek kalmadan doğrudan araç çubuğundan seçebilir. Bunun için öğrenci sırasıyla: *Şekiller*, *Dörtgen*, *Paralelkenar*, *Dikdörtgen* ve *Rastgele* menü çubuklarını tıklayarak dikdörtgen oluşturabilecektir (Şekil 12). Diğer dörtgen çeşitlerinin hangi butonlarla oluşturulabileceği Ek 2’de sunulmuştur.



Şekil 12. The Geometric Supposer yazılımında dikdörtgen oluşturulması

MEB 2005 yılında eski öğretim programını yürürlükten kaldırmış yerine yapılandırmacı anlayışı benimseyen yeni bir öğretim programı getirmiştir. Bu doğrultuda özetle öğrenme sürecinde öğrencilerin aktif olması gerektiğini vurgulamış, eğitim faaliyetlerinin bu yönde tasarlanmasını kabul etmiştir. Öğretim programında incelendiğinde geometrik tahta, geometrik şeritler ve noktalı kâğıtlar (Şekil 13) dörtgenler konusunun öğretimi için kullanılabilir en uygun materyaller olduğu görülmektedir.



Geometrik tahta ve lastiği

Noktalı kâğıt

Geometrik şeritler ve pimleri

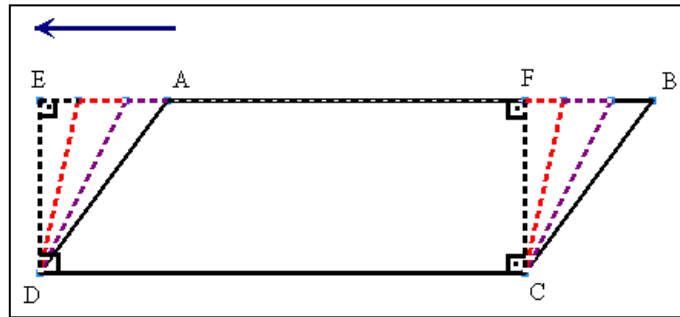
Şekil 13. Dörtgenlerin öğretimi için kullanılabilir materyaller

Dörtgenler konusunun öğretiminde kullanılabilir materyallerden biri olan noktalı kâğıt, birbirine karesel 1 cm uzaklıkta olan noktalardan oluşmaktadır. Karesel kâğıt üzerine dörtgenler çizilebilmekte; açı, kenar ve köşegen uzunlukları gönye ve cetvel yardımı ile incelenebilmektedir. Geometrik tahta materyali ise lastiklerle beraber kullanılmaktadır. Geometrik tahta noktalı kâğıda benzer olarak karesel noktalardan oluşmakta olup lastik yardımıyla dörtgen şekilleri oluşturulabilmektedir. Son olarak geometrik şeritler ise pimler yardımı ile birbirine geçirilerek kullanılmaktadır. 4 adet geometrik şerit kullanılarak uygun dörtgen türleri oluşturulabilmektedir.

1.12. Farklı Öğrenme Ortamlarında Dörtgenlere Yönelik Sunulabilecek Olanaklar

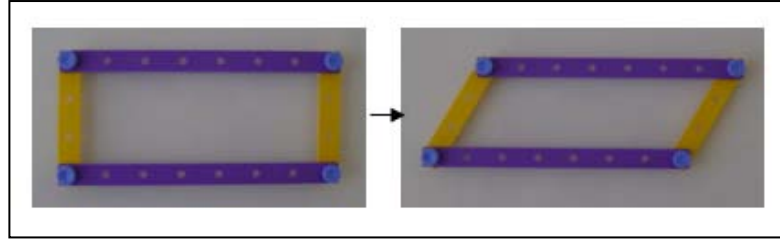
Erez ve Yerushalmy (2006) dinamik geometri yazılımlarında oluşturulan şekillerin, statik ortamlara göre düzgün bir yapılanmaya sahip olduğunu vurgulamıştır. Sözelimi tüm kenar uzunluğu birbirine eşit olacak şekilde oluşturulmuş bir eşkenar dörtgen, köşe noktalarından veya kenarlarından çekildiğinde sahip olduğu bu özellik yine korunacaktır. Bu bakımdan dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı öğrenme ortamında öğrenciler düzgün yapılanmaya sahip olan geometrik şekillerle çalışma fırsatı yakalarlar.

Bilgisayar destekli ortamın öğrencilere sunduğu diğer bir olanak da dörtgen çiftleri arasında mantıksal çıkarıma göre bir hiyerarşi oluşturulmasıdır. Örneğin; Şekil 14 'de sunulan karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olma özelliği ile oluşturulmuş olan ABCD paralelkenarı, A köşe noktasından çekildiğinde CDEF dikdörtgenine dönüştürülebilmektedir. Dikdörtgenin de karşılıklı kenar çiftlerinin birbirine paralel olması sebebiyle yazılıma yüklenen bu özellik korunmuş, paralelkenar dikdörtgene dönüştürülebilmektedir. Fakat yazılımda oluşturulan bir dikdörtgenin, genel bir paralelkenara dönüştürülmesi mümkün değildir. Çünkü dikdörtgen oluşturulurken komşu kenar çiftleri birbirine dik olacak şekilde kurulmuş olduğundan bu özellik genel bir paralelkenar oluşturulmasına engel olmaktadır. Bir bakıma yazılımda düzgün yapılandırılmış bir dörtgen üzerinde sürükleme işlemi gerçekleştiğinde, bu dörtgenin hiyerarşik olarak alt basamağında yer alan diğer türdeki bir dörtgen veya dörtgenlere dönüştürme işlemi yapılabilmektedir. Verilen örnekte paralelkenar dikdörtgenin hiyerarşik olarak üzerinde yer aldığı için doğru yapılandırılmış bir dikdörtgen açılarını daima 90^0 olacak şekilde koruyacak genel bir paralelkenara dönüşmeyecektir.



Şekil 14. Dinamik geometri ortamında bir paralelkenarın dikdörtgene dönüştürülmesi örneği

Somut materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamda kullanılan materyaller tam olarak düzgün yapılanmaya sahip değildir. Örneğin geometrik tahta materyalinde herhangi bir düzgün yapılanma söz konusu olmayıp, istenen dörtgen çeşidi bir diğer türe dönüştürülebilmektedir. Noktalı kâğıtlar ise statik bir yapıya sahip olduğundan dörtgen çeşitleri arasındaki dönüşümlere müsaade etme özelliği yoktur. Ancak, geometrik şeritler bu yapılanmaya kısmen müsaade eder bir yapıya sahiptir. Örneğin, yukarıda bahsedilen paralelkenar-dikdörtgen çiftlerinin birbirine dönüştürülme özelliği bu ortamda ele alındığında farklı bir durum ile karşılaşılmaktadır. Bu ortamda geometrik şeritlerle oluşturulan bir paralelkenar köşe noktalarından çekildiğinde bir dikdörtgene dönüşebilmekte; benzer şekilde dikdörtgen ise paralelkenara dönüşebilmektedir (Şekil 15). Bir bakıma bu materyallerle oluşturulan şekiller, bilgisayar destekli ortamlardaki şekillerin aksine, sürükleme fonksiyonu bakımından kimi zaman özelliklerini koruyamamaktadır.



Şekil 15. Geometrik şeritle oluşturulan bir dikdörtgenin genel bir paralelkenara dönüştürülmesi

1.13. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde literatürdeki çalışmalar bu çalışmanın araştırma alt problemlerine uygun olarak ayrı kategorilere ayrılarak verilmiştir. Her bir bölüm sonunda ise bu çalışmanın altyapısını ve araştırma problemlerini oluşturmada esinlenen çalışmalardan nasıl yararlandığı açıklanmıştır.

1.13.1. Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Araştırmalar

Ergün (2010) 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri tanımlayabilme yeterliliklerini incelemeyi amaçladığı çalışmasında 27 öğrenciye bireysel mülakatlar uygulamıştır.

Araştırmacı mülakatta üçgen, dörtgen türleri dâhil diğer çokgenlerin özelliklerini saymalarını, çokgen örnekleri oluşturmalarını ve çokgenleri tanımlamalarını istemiştir. Çalışmada öğrencilerin çokgen türlerini prototipsel tanımlama eğiliminde oldukları ortaya çıkmış ve öğrencilerin büyük bir çoğunluğu tanımlamada sorun yaşamışlardır. Araştırmacı ayrıca öğrencilerin tanımlama oluştururken çokgenler için gereğinden fazla özellikleri kullandıkları sonucuna ulaşmıştır.

Breen (1999) 8. sınıf öğrencilerin dinamik geometri ortamlarında öğrenim görmeden ve gördükten sonra geometrik kavramları tanımlamadaki yeterliliklerini sorgulamıştır. Bu kapsamda öğrenciler işbirlikli öğrenmeye dayalı olarak dinamik geometri ortamlarında en fazla üç kişiden oluşan gruplar halinde çalışmıştır. Çalışmada dörtgenler konusu dâhil geometrik şekillerin tanımlamaları öğrencilere sınıf içi etkinliklerde doğrudan verilerek, öğrencilerden geometrik şekiller için uygun olan tanımlamaları belirlemeleri istenmiştir. Ön-sınavda geometrik şekilleri tanımlamada yetersiz olan öğrenciler dinamik geometri ortamında öğrenim gördükten sonra daha iyi tanımlama yaptığı çalışmada görülmüştür.

Davison (2003) öğrencilerin tanımlama becerilerine yönelik bir çalışma yapmıştır. Davison çalışmasında Cabri Geometry yazılımı ve akıllı tahta kullanarak 5. sınıf düzeyindeki öğrencilerin dörtgenleri tanımlama tercihlerini mülakatlar yolu ile incelemiştir. Çalışmada öğrencilerin dörtgenler arası dönüşümleri yazılımda görmelerine rağmen bazılarının yine kapsamayan tanımlama ile dörtgenlere yaklaştığı ifade edilmiştir. Fakat yazar, dinamik geometri yazılımında öğrencilerin dörtgenleri kapsayan tanımlama (hiyerarşik veya ekonomik) mantığı ile ele alma potansiyeline sahip olabileceklerini belirtmiştir.

Heinze ve Kwak (2002) 106 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencileriyle bazı geometrik kavramları (ikizkenar yamuk ve orta dikme) doğru tanımlama düzeylerini ve bazı geometrik şekillerin (kare ve eşkenar üçgen) özelliklerini eşdeğer olarak ifade eden maddeleri belirleme düzeylerini sorgulamıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin yalnızca %30-40'ı geometrik şekilleri doğru tanımlayabilmişken; öğrencilerin büyük çoğunluğu karenin ve eşkenar üçgenin yalnızca prototip özelliklerini yüksek yüzde ile belirleyebilmiştir. Bu ise öğrencilerin geometrik şekillerin özelliklerini minimum ifade etmede sorun yaşadıklarına işaret etmiştir.

De Villiers'ın (1998) 10. sınıf öğrencilerine yönelik planladığı çalışmasında dinamik geometri ve geleneksel yöntemle öğrenim gören iki grubun paralelkenarı tanımlamaları incelemiştir. Çalışma sonucunda bilgisayarla çalışan grubun diğer gruba göre paralelkenara dair daha doğru tanımlama oluşturduğu görülmüştür.

Literatürde dörtgenlerin tanımlanmasına yönelik araştırmaların sınırlı sayıda yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple araştırmacı çalışmaya dörtgenlerin tanımlanmasına yönelik bir araştırma sorusu eklemiştir. Öncelikle Ergün (2010)'un çalışması kıstas alınmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin tanımlama yapmada sorun çıkmasına rağmen bu sorunun aşılmasına yönelik farklı öğrenme ortamları tasarlanması planlanmıştır. De Villiers (1998)'in çalışmasında öğrencilerin paralelkenarı geleneksel öğrenme ortamlarına göre dinamik geometri ortamlarında daha iyi yaptıkları sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmanın ışığında dinamik geometri ortamlarının dörtgenleri tanımlamada etkililiğinin sorgulanması hedeflenmiştir. Diğer yandan de Villiers (1998)'in çalışmasında yalnızca paralelkenarın ele alınması ve kontrol grubunun geleneksel anlayışta öğrenim görmesi sınırlılık olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda bu çalışma için tüm dörtgen türleri ele alınmış, kontrol grubu ise öğretim programında somut materyallerin kullanıldığı yapılandırmacılığa dayalı bir öğretim planlanmıştır. Ayrıca çalışmalarda öğrencilerin tanımlama becerilerinin mülakatlar yolu ile sorgulanması (Davison, 2003; Ergün 2010) formal tanım oluşturmanın önüne geçtiğinden öğrencilerin yazılı olarak formal tanımlama yapabilmeleri incelenmiştir. Son olarak literatürdeki hiçbir çalışmada, tanımlamalar teorik çerçeve olarak kapsamlı bir şekilde ele alınmamıştır. Bu bağlamda araştırmacı literatürde geçen farklı tür tanımlamaları bir çatı altında toplayarak öğrenci cevaplarını geniş bir çerçevede incelemiştir.

1.13.2. Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Araştırmalar

Han (2007) 8. sınıf öğrencilerinin doğrudan dörtgenler ünitesine yönelik başarı düzeylerini dinamik geometri yazılımı GSP üzerinde kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Deneysel olarak tasarlanan çalışmada her iki grup aktif öğrenmeye dayalı öğrenim görürken deney grubu GSP yazılımını kullanmış, kontrol grubu ise cetvel ve açıölçer kullanmıştır. Bu kapsamda öğrenciler dörtgenlerin özellikleri kenar, açı, köşegen

özelliklerini ve dörtgenler arası ilişkileri keşfetmişlerdir. Ayrıca, gruplar dörtgen türlerini öğrenim gördükleri ortama uygun olarak oluşturmuşlardır. Uygulama sonucunda deney grubu öğrencilerinin dörtgenlerin kavramsal yapısını anlayabilme; dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri belirleme ve mantıksal çıkarım yapabilme bakımından kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Leung (2008) ilköğretim öğrencilerin dörtgenler arasındaki hiyerarşik ilişkileri belirlemede yaşadığını literatürle destekleyerek bu sorunun çözümüne yönelik akıllı tahta kullanmıştır. Yazar 9 yaş grubu öğrencileriyle yaptığı çalışmada öğrencilere dörtgen çiftleri arasında dinamik ilişkiler kurma fırsatı sağlayarak akıllı tahta kullanımının etkililiğini test etmiştir. Çalışmanın sonucunda akıllı tahtanın öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri anlama ve hiyerarşik yapıyı kurmaları bakımından etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Çoğu öğrenci akıllı tahta aracılığıyla mantıksal çıkarımda bulunmuşlar ve dörtgenler arası kapsama-kapsamama özelliklerini doğru belirleyebilmiştir. Öğrencilerin dörtgenler arasında hiyerarşik şema oluşturma düzeylerini de inceleyen yazar teknoloji destekli ortamların öğrencilerin hiyerarşik şema oluşturmalarında etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Battista (2001) 5. sınıf seviyesinde öğrencilerin dinamik geometri ortamlarında dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme becerilerinin gelişimini izleyen bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin dörtgenlere yönelik zihinsel model geliştirdiği ve bu ortamların öğrencileri geometrik kavramlar arasında mantıksal çıkarım yapmaya teşvik ettiği ortaya çıkmıştır. Bir bakıma öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde dinamik geometri ortamları van Hiele 2 düzeyindeki öğrencileri adım adım 3. düzeye çıkarmıştır. Yazar, hem geometrik düşünce gelişimi hem de mantıksal çıkarım yapabilme bakımından dinamik geometri ortamlarının oldukça güçlü bir teknolojik araç olduğunu çalışmasında vurgulanmıştır.

12 yaş grubu öğrencilerle yaptığı çalışmada Jones (2000) dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin geometrik kavram ve kavramlar arası ilişkileri anlayabilme, matematiksel açıklama ve mantıksal çıkarım yapabilme gelişimlerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda Jones öğrencilere eşkenar dörtgen, kare ve deltoid vermiş ve bu şekilleri öğrencilerden sürüklemesini istemiştir. Sürükleme sonucunda her bir tür için sabit kalan özelliklerin belirlenmesi işlemi gerçekleşmiştir. Ayrıca altı adet dörtgen çifti (eşkenar dörtgen-kare vs.) öğrencilere sunularak aralarındaki ilişkileri belirlemeleri ve son olarak da dörtgenler arasında hiyerarşik bir sınıflama yapmaları istenmiştir. Çalışma

sonucu dinamik geometri ortamlarının dörtgenleri doğru tanımlamada ve sınıflandırmada kolaylaştırıcı etkisi olduğuna işaret etmiştir. Ayrıca geometrik kavramları açıklama ve kavramlar arası matematiksel çıkarım yapabilmem açısından öğrencilerde gelişim gözlenmiştir.

Sutherland vd., (2002) 6. sınıf öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada öğrenciler teknoloji ortamında dörtgenler üzerinde keşif yapmıştır. Bu bağlamda Cabri Geometry yazılımıyla etkileşime giren öğrenciler; dörtgenlerin kenar, açı ve köşegen özelliklerini belirtmiş; yazılımında dik ve paralel doğruların özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacı uygulamanın sonunda ise öğrencilerden paralelkenar veya dikdörtgen oluşturmalarını istemiştir. Toplanan nitel verilere göre araştırmanın sonucunda öğrenciler, dörtgenler arasındaki değişimleri gözlemleyerek dörtgenlerin benzer ve farklı yönlerini ifade etme becerileri olumlu yönde artmıştır. Dörtgenlerin yazılımda oluşturulmasında ise sorun yaşayan öğrenciler çıkmıştır.

Vatansever (2007), dinamik geometri yazılımı kullanmanın ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin geometri başarısına ve öğrenme kalıcılığına etkisini incelemiştir. Bu bağlamda Öğrenciler Açılar ve Çokgenler ünitesi kapsamında üçgen, dörtgen (deltoid dâhil) ve çokgenlerin açı, kenar, köşegen, alan ve çevre uzunluklarına yönelik 8 haftalık bir öğrenim görmüştür. Deneysel olarak tasarlanan çalışmada, deney grubu çalışma yapılarıyla beraber the Geometer's Sketchpad (Jackiw, 1991) yazılımını kullanmışken ve kontrol grubu geleneksel yöntemle (düz anlatım ve soru-cevap) öğrenim görmüştür. Uygulama sonucunda deney grubunun kontrol grubuna göre geometri konularını istatistiksel olarak daha iyi öğrendikleri ve öğrendiklerini hatırlama düzeylerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Ergün (2010) 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri sınıflandırabilme düzeylerini belirleyebilmek adına İzmir ilinde öğrenim gören 611 öğrenci ile bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada araştırmacı literatürdeki çalışmalardan yararlanılarak çokgenlerde sınıflandırmaya yönelik bir ölçek derlemiştir. Bu ölçeğin yapısında, genelde çokgenlerin özelde ise dörtgen türlerin sınıflandırılması ve özelliklerinin ifade edilmesi yer almaktadır. Çalışma sonucunda öğrencilerin çokgenlere dair orta düzeyde sınıflama bilgisine sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Fidan (2009) 5. sınıf öğrencilerinin geometri düzeylerini sorgulamak adına çokgenler, dörtgenler, çember, simetri, örüntü ve süslemeler, düzlem ve son olarak geometrik cisimler öğrenme alanlarını kapsayan ölçeğini İzmir ilindeki 1644 öğrenci üzerinde test etmiştir. Araştırmacı ölçeğinde soruları zorluk derecesine göre sınıflandırmıştır. Çalışmada dörtgenlere yönelik hazırlanan sorulardan 1. ve 2. düzeyde zorluk derecesine sahip olan soruları öğrenciler yüksek sayılabilecek bir başarı yüzdesi ile cevaplayabilmişken 3. düzeydeki sorular daha ziyade orta düzeyde cevaplanabilmiştir. Ancak, araştırmacı örnekleminin yaş grubu gereği dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri testinde sorgulamayarak testinde dörtgenlerin özel hallerini sorgulayan maddeler kullanmıştır. Diğer yandan araştırmacının testinde yamuk için geliştirdiği soruda yamuğun kapsamayan tanımlamasının kabul edilmesi ise dikkat çekicidir.

Aydoğan (2007) çokgenlerde açı, kenar, eşlik ve benzerlik konularına yönelik 6. sınıf öğrencileri üzerinde deneysel bir araştırma yapmıştır. Çalışmanın bir boyutunda ise öğrenciler çokgenleri isimlendirmiş ve bazı çokgen türlerini oluşturmuşlardır. Deney grubu çalışma yapraklarından yararlanarak the Geometer's Sketchpad (GSP) yazılımı ile öğrenim görmüşken kontrol grubu geleneksel materyallerle (cetvel ve pergel) öğrenim görmüştür. Çalışma sonucunda deney grubunun istatistiksel olarak daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Şekillerin GSP'de oluşturmada kimi öğrenciler başarılı olmuş iken kimi öğrenciler şekilleri oluşturamamışlardır. Deney grubu öğrencileri geometrik şekillerin oluşturulması bakımından GSP'nin geleneksel materyallere nazaran daha kolay olduğu yönünde görüş bildirmiştir.

Korucu (2009) 7. sınıf öğrencilerinde çokgenler konusuna yönelik kavram karikatürü ile öğrenme ortamını bilgisayar destekli öğrenme ortamı ile öğrencilerin matematik başarısı açısından karşılaştırmıştır. Çalışmada deney grubu kavram karikatürleri ile çokgenlerin özelliklerini öğrenirken kontrol grubu ise geleneksel yapıya sahip bilgisayar destekli öğretim görmüştür. Şöyle ki öğrencilerin kullandıkları bilgisayar yazılımları öğrencilere etkileşim sağlamayan ve bilgileri doğrudan aktaran yapıya sahip olup bir bakıma Baki (2002)'nin belirttiği alıştırma-tekrar ve öğretici niteliktedir. Çalışma sonucunda araştırmacı gruplar arasında öğrencilerin matematik başarısı açısından bir farklılık görememiştir. Ayrıca, dörtgenler arası hiyerarşik ilişkiler çalışmada sorgulanmamıştır.

Heinze (2002) 8. sınıf öğrencilerin kare ve dikdörtgen şemalarını test etmek üzere 106 kişilik öğrenci grubuna 3 adet soru yönelmiştir. Birinci soruda altı adet özellik verilip bu özelliklerden hangilerinin kare için geçerli olabileceğini sorarak bu kavrama yönelik öğrenci algılarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Yazarın ikinci sorudaki temel hedefi kare ve dikdörtgene dair öğrencilere karşı örnek sunarak, bu dörtgen çifti arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların öğrencilerce ortaya çıkarılmasıdır. Son soruda ise yazar: “eğer bir dörtgen dikdörtgense karşı kenarları paraleldir. Bu nedenle, bir dörtgenin karşı kenarları paralelse bu bir dikdörtgendir, sizce bu ifade doğru mudur?” (s. 85) sorusunu öğrencilere yönelmiş, öğrencilerin dikdörtgen kavramına yönelik gerekli ve yeterli özellik belirleyebilme düzeylerini analiz etmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin dörtgen şemalarında eksiklik olduğuna işaret etmiştir. Öğrenciler geometrik şekillere bölünmüş tanımlama mantığıyla en genel türüyle yaklaşmışlardır. Yazar bu durumu hiyerarşik düşünce eksikliğinin yanı sıra ayrıca matematiksel dil kullanmada ve matematiksel düşünmedeki yetersizlikle de ilişkilendirmiştir.

Walcott vd., (2009) Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Eğitsel Gelişim Değerlendirmesi (National Assessment of Educational Progress) kapsamında 4. sınıfta öğrenim gören öğrencileri hedef alarak (yaklaşık 900 öğrenci), paralelkenar ve dikdörtgen üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında noktalı kare kâğıt üzerine bir paralelkenar ve bir de dikdörtgen çizilerek öğrencilerden bu iki geometrik şekil arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları listelemeleri istenmiştir. Araştırmacılar öğrenci cevaplarını analiz ettiklerinde iki tür kategori ile karşılaşmışlardır. Birinci kategoride yer alan öğrenciler bu dörtgen türlerini esnek olarak düşünerek birbiri ile doğru ilişkilendirirken, ikinci grupta yer alan öğrenciler bu geometrik şekilleri statik olarak ele alıp kesin çizgilerle birbirinden ayırmaya çalışmışlardır. Yazarlar birinci grupta yer alan öğrenciler için geometrik şekilleri zihinlerinde manipüle ettiklerini vurgulayarak dinamik figürel kavram şemasına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ancak, kategorilerde yer alan öğrenci yüzdesi çalışmada sunulmamıştır.

Gal ve Lew (2008) van Hiele 3. geometrik düşünce düzeyine ulaşamamış öğrencilerle yaptıkları çalışmada kâğıt materyalden oluşturulmuş dörtgen türleri ve geometrik şeritler kullanmışlardır. Çalışmada öğrencilerin hiyerarşik doğrultuda düşünerek paralelkenar ailesinin sınıflandırmaları amaçlanmıştır. Fakat çalışma sonucunda öğrenciler

yeterince başarılı olamamış, dörtgenler en genel türüyle (prototip) isimlendirerek bölünmüş bir sınıflama oluşturmuşlardır.

Monaghan (2000) lise düzeyi öğrencilerinde dörtgen kavramına yönelik çalışmasında, öğrencilerden kendilerine verilen dörtgenleri isimlendirmelerini istemiş ve bazı dörtgen çiftleri (kare-dikdörtgen, dikdörtgen-paralelkenar, kare-eşkenar dörtgen, paralelkenar-deltoid ve yamuk-paralelkenar) arasındaki ilişkilerin nasıl belirlendiği araştırmıştır. Çalışma sonuçları öğrencilerin dörtgen türleri üzerinde aşırı genelleme yaparak bölünmüş tanımlama yaptıklarını göstermiş, dörtgen çiftleri arasındaki ilişkiler bölünmüş sınıflandırma mantığı ile öğrencilerce göz ardı edilmiştir.

Moyer (2003) 15-16 yaş grubu öğrenciler üzerindeki araştırmasında dörtgenlerin özelliklerini kavramada etkililiğini GSP yazılımı kullanılan ortamların yapılandırmacığa uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamıyla karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda grupların sınav puanları arasında bir farklılığa rastlanmamıştır.

Literatürde dörtgenler arası ilişkilerin belirlenmesi adı altında dörtgenleri sınıflama, dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapma ve dörtgenlerin özelliklerini keşfetmeye yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Dolayısıyla araştırmacı, dörtgenler arası ilişkilerin belirlenmesine yönelik oluşturduğu araştırma sorusu için birçok araştırmadan faydalanmıştır. Bu araştırma için esinlenen çalışmaların başında Han (2007)'nin çalışması gelmektedir. Han (2007)'nin çalışma grubunda öğrencilerinin dörtgenlerin kavramsal yapısını anlayabilme; dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri belirleme ve mantıksal çıkarım yapabilme becerileri için deney grubu dinamik geometri yazılımı kullanmışken kontrol grubu somut materyaller kullanmadan geleneksel ölçme araçları kullanmıştır. Bu araştırmada ise geleneksel ölçme araçlarının (cetvel ve açıölçer) kullanılmasının yanı sıra somut materyaller de kullanılmıştır. Ayrıca Han (2007) dinamik geometri yazılımının yalnızca bir türünü uygulamasına dâhil ederken bu çalışmada bu ortamların iki farklı türü sınıf ortamına taşınmıştır. Bunun yanı sıra literatürde dörtgenler arası ilişkileri belirlemede olumlu sonuçlar veren birçok çalışma sonuçları (Battista, 2001; Jones, 2000; Monaghan, 2000; Leung, 2008; Sutherland vd., 2002) bu çalışmada araştırmacıyı dinamik geometri yazılımlarını kullanmaya teşvik etmiştir. Bu da araştırmacıyı öğretim programında dörtgenler konusu için önerilen anlayışla dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı öğrenme ortamları arasında karşılaştırma yapmaya itmiştir. Diğer yandan bu çalışmaların karşılaştırmalı araştırmalar olmayıp yalnızca dinamik geometri ortamları içerisinde

öğrencilerin öğrenme yaşantılarını ortaya çıkarması sebebiyle bu durum araştırmacıyı deneysel bir çalışma yapmaya yönlendirmiştir. Hiyerarşik şema oluşturma bakımından ise literatürde en kapsamlı çalışmayı Leung (2008) oluşturmuştur. Ancak, araştırmacının tek bir grup üzerinde çalışarak, gruplara ön-test son-test sınavı yaparak dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin hiyerarşik şema oluşturabilmelerindeki değişimi incelemiştir. Bu çalışmadan esinlenerek araştırmacı farklı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin dörtgenler arası hiyerarşik şema oluşturabilmelerini ortamlara göre incelemiştir.

1.13.3. Van Hiele Düzeylerine Yönelik Araştırmalar

Gigliotti Misretta (1996) 8. sınıf öğrencilerinin van Hiele geometri anlama düzeyini 3. düzeye çıkarabilmek adına 23 öğrenciye yönelik kapsamlı bir geometri dersi tasarlamıştır. Araştırmacı van Hiele düzeylerine yönelik öğrencilerin düzeylerini ölçen sorularla öğrencilerdeki gelişimi test etmiştir. Uygulama başlamadan önce yapılan ön-testte yalnızca üç öğrencinin 3. düzeyde olduğu görülmüştür. Araştırmacı aktif öğrenme mantığı ile 20 ders saati boyunca öğrencilerin geometride belli konuları öğrenmelerini sağlamış, dersin sonunda öğrencilere ev ödevleri vermiş ve gruplara proje ödevleri vermiştir. Araştırmacının çalışma kapsamında ele aldığı geometri konuları: Doğru, Doğru Parçası ve Işın, Açılar, Doğrular ve Açılar, Üçgenler, Dörtgenler, Dörtgenel Bölgelerin Alanı ve Pythagoras (Pisagor) bağıntısı şeklinde olup ilköğretim II. kademe matematik programımızla yakından ilişkilidir. Çalışma sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun van Hiele 3. düzey davranışlarını gösterebildiği görülmüş ve bu sebeple araştırmacı tasarladığı geometri dersinin etkili olduğu sonucuna varmıştır.

8. sınıf öğrencileriyle çalışan Breen (1999) bilgisayar destekli öğrenme ortamlarının öğrencileri van Hiele 3. düzeye çıkarabilme potansiyelini tek grup ön-test son-test yarı deneysel desende incelemiştir. 5 hafta süren uygulamada öğrenciler ilk bölümde nokta, doğru, düzlem; ikinci bölümde üçgenler ve açılar ve son bölümde dörtgenler ünitesini dinamik geometri ortamında keşfederek öğrenmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin geometri başarılarının artmasının yanı sıra dinamik geometri ortamlarının öğrencilerin van Hiele 3. düzeye ulaşmalarında etkili olduğu görülmüştür.

Bell (1998) 10. sınıf öğrencilerine yönelik tasarladığı araştırmasında dinamik geometri yazılımını (GSP) kullanmıştır. 2 şubeden oluşan deney grubu (40 öğrenci) soruşturmaya ve keşfetmeye dayalı tümevarımcı bir yaklaşımla yazılımı kullanarak varsayımda bulunmuşlardır. Deney gruplarında uygulamalar aynı matematik öğretmeni tarafından yürütmüştür. Buna karşılık kontrol grubu 3 şubeden (60 öğrenci) oluşmuş ve daha ziyade geleneksel yöntemle sürdürülen derste yazılım yalnızca dersi takviye amaçlı kullanılmıştır. Bell tasarladığı bu çalışmada, öğrencilerin van Hiele düzeyleri bakımından öğrenme ortamlarının etkililik derecesini test etmiştir. Ayrıca yazar, öğrencilerin temel geometri bilgilerini, varsayım yapabilme becerilerini, matematik ve teknolojiye yönelik eğilimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda birinci ortamdaki öğrencilerin ikinci ortamdaki öğrencilere göre temel geometrik bilgilerini daha fazla yükselttikleri görülmüşken, öğrencilerin van Hiele düzeyleri bakımından gruplar arasında birinci grup lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.

Burger ve Shaughnessy (1986) farklı kademedeki öğrencilerin van Hiele geometrik düşünce düzeylerini yürüttüğü klinik mülakatlar ile ortaya çıkarmıştır. Mülakatlarda sırasıyla öğrencilerden: farklı üçgenler çizmeleri, bir dizi şekiller arasından paralelkenar, dikdörtgen, kare ve eşkenar üçgen olanları ayrı ayrı belirlemeleri, kendilerine verilen geometrik şekiller arasındaki benzerlik ve farklılıkları listelemeleri ve özellikleri verilen şeklin türlerini belirlemeleri son olarak aksiyom, teorem ve ispata örnek vermeleri istenmiştir. Yazarlar çalışmanın sonucunda verdikleri cevaplara göre öğrencilerin van Hiele düzeylerini belirlemiştir.

Moyer (2003) 15-16 yaş grubu öğrenciler üzerindeki araştırmasında, GSP yazılımının kullanıldığı dinamik geometri ortamının, öğrencilerin van Hiele düzeyini yükseltmedeki etkililiğini yapılandırmacıya uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamıyla karşılaştırmıştır. Deneysel olarak planladığı çalışmasında dört şube belirlenmiştir. Okulda bir matematik öğretmeni bu şubelerden yalnızca ikisine girerken farklı bir matematik öğretmeni ise diğer iki şubeye girmektedir. Araştırmacı her matematik öğretmenine bir deney bir de kontrol grubu atamıştır. Çalışma grubu dörtgenlerin özellikleri, dörtgenler arası ilişkileri ve dörtgenlerde dönme, öteleme, yansıma gibi özelliklerini belirlenen öğrenme ortamında keşfetmiştir. Çalışma sonucunda bilgisayar kullanan grubun van Hiele düzeyleri bakımından kontrol grubu ile birbirine istatistiksel olarak denk olduğu görülmüştür.

Symser (1994) the Geometric Supposer yazılımını kullanarak lise düzeyindeki öğrencilerin, yazılımı kullanan öğrenciler (deney grubu) ile yazılımı kullanmayan öğrencilerin (kontrol grubu) van Hiele düzeyleri farklılığını incelemiştir. Ayrıca araştırmacı van Hiele düzeylerinin görsel-uzamsal yetenekle ve geometrik başarı ile ilişkisinin ne yönde olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonucunda deney grubu ile kontrol grubu van Hiele düzeyleri bakımından birbirine istatistiksel olarak denk çıkmıştır. Araştırmacı öğrencilerin van Hiele düzeyleri ile görsel-uzamsal yetenekleri arasında pozitif yönde düşük bir ilişkiye ulaşırken (Spearman katsayısı: $r_s=.0890$) öğrencilerin geometrik başarıları ile van Hiele düzeyleri arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişkiye ($r_s=.4483$) rastlamıştır.

Gutierrez ve Jaime (1998) ilköğretim II. kademe ve lise öğrencileriyle yaptığı boylamsal çalışmasında ise paralelkenarın iki farklı tanımını öğrencilere vererek öğrencilerin tanımlamada geçen paralelkenarın komşu açıların tümler olduğunu ispat edebilme becerilerini araştırmıştır. Çalışmada lise düzeyinde öğrencilerden van Hiele 4 düzeyindeki öğrencilerden birkaçı bu ispatlamayı yaparken; van Hiele 3 düzeyindeki ilköğretim II. kademe öğrencilerinden hiçbiri bu ispatı yapamamıştır.

Gül-Toker (2008) 6. sınıf düzeyinde 3 grup ile çalışarak üçgen, kare ve dikdörtgende çevre ve alan hesaplamaları; çevre ve alan arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde yönlendirmeli keşif yönteminin etkililiğini grupların van Hiele düzeyleri bakımından incelemiştir. Bu kapsamda deney gruplarından olan birinci grup dinamik geometri yazılımı olan GSP yazılımını kullanırken, ikinci deney grubu öğrencileri kâğıt-kalem temelli bir öğrenim görmüştür. Son olarak üçüncü grup kontrol grubu ise geleneksel yöntemle öğrenim görmüştür. Deney grupları çalışma yaprakları ile ilgili konuyu keşfedip sınıf içi tartışmalarda bulunurken kontrol grubu öğrencileri ise yalnızca öğretmeni dinlemiş ve notlar almıştır. Çalışma sonucunda deney grupları arasında van Hiele düzeyleri bakımından anlamlı bir farklılık görülmezken kontrol grubu ile deney grupları van Hiele düzeyleri bakımından deney grupları lehine istatistiksel farklılık bulunmuştur.

Tutak (2008) 4. sınıf seviyesinde 3 grup ile çalışmasının bir bölümünde üçgen kare ve dikdörtgenin isimlendirilmesi, kenar ve açı özelliklerinin belirlenmesine dair çalışma yapmıştır. Çalışmada deney gruplarından birinci grup somut nesnelere kullanarak çalışma yapraklarını cevaplarırken deney gruplarından ikinci grup çalışma yapraklarını Cabri Geometry yazılımını kullanarak cevaplandırmıştır. Kontrol grubu ise geleneksel yöntemle

(düz anlatım ve soru-cevap) öğrenim görmüştür. Uygulama sonucunda yapılan değerlendirmede van Hiele düzeyleri bakımından somut nesnelere kullanılan grup puanları, diğer grupların puanlarına göre daha yüksek çıkmış ve bu da istatistiksel bir farklılık oluşmuştur. Diğer yandan kontrol grubu deney grupları karşısında istatistiksel olarak daha düşük performans göstermiştir.

Van Hiele düzeylerine yönelik literatürde birçok karşılaştırmalı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar incelendiğinde dinamik geometri yazılımı kullanıldığı öğrenme ortamları ile diğer öğrenme ortamları arasında öğrencilerin van Hiele düzeyi bakımından istatistiksel farklılıklar sorgulanmıştır. Ancak, kimi araştırmacılar gruplar arasında istatistiksel bir farklılık çıktığı sonucuna ulaşırken (Bell, 1998; Breen, 1999; Gül-Toker, 2008; Tutak, 2008) kimi araştırmacılar ise grupların birbirine denk olduğu sonucuna ulaşmıştır (Moyer, 2003). Ancak bu çalışmaların hiçbirinde van Hiele düzeylerini belirlemede merkezi bir rol oynayan dörtgenler konusu ya hiç ele alınmamış ya da dar bir kapsamda ele alınmıştır. Dörtgenler arasında sınıflama ve mantıksal çıkarım yapabilme gibi beceriler van Hiele düzeylerini belirlemede önemli faktörler arasında olduğundan bu çalışmada farklı öğrenme ortamlarında öğrenim göre öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkabilmelerinde etkili olup olmadığı sorgulanmıştır.

1.13.4. Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Araştırmalar

Erez ve Yerushalmy (2006) 5. sınıf öğrencileriyle dinamik geometri yazılımlarının sürükleme özelliğine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla öğrencilerin dörtgen ve dörtgen çeşitlerine yönelik geometrik bilgileri ve zihinsel modelleri klinik mülakatlar yürütülerek incelenmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar 3 farklı durumla karşılaşmıştır. 1. grupta yer alan öğrenciler dörtgenler arasındaki hiyerarşik ilişkiyi dinamik geometri ortamlarında kurarak dörtgenler arası ilişkileri belirlemişlerdir. 2. grupta yer alan öğrenciler dinamik geometri ortamlarında bazı dörtgenleri bir başka özel türe dönüştürmüşler ve bu dönüştürme işleminin çift taraflı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Örneğin paralelkenarı köşelerinden sürükleyerek dikdörtgene dönüştüren öğrenciler, benzer şekilde bir dikdörtgenin bir paralelkenara dönüştürebileceğini savunmuşlardır. Fakat dinamik geometri yazılımında tüm açıları birbirine dik olacak şekilde yapılandırılmış

olan dikdörtgen, köşelerinden sürüklendiğinde açı ölçülerini korumuş genel bir paralelkenara dönüşmemiştir. Bu sebeple 2. grupta yer alan öğrenciler fikirlerinin yazılımda gerçekleşmediğini görmüşler ve bilişsel çatışma yaşamışlardır. Son olarak 3. grupta yer alan öğrenciler ise dörtgen çeşitlerine kapsamayan tanımlama mantığıyla yaklaşmışlar ve dörtgenler arası bir dönüşüm olamayacağını belirtmişlerdir.

Yu (2004) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenlere yönelik sahip oldukları prototip algılamadaki değişimleri dinamik geometri ortamlarında yürüttüğü mülakatlarla incelemiştir. Uygulamada öğrenciler dörtgenler arası dönüşümleri bilgisayar yazılımı aracılığı ile gözlemlemiş ve dörtgenler arası ilişkilere yönelik keşifler yapmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin dörtgenlere dair sahip olduğu prototip bakış açısının bu öğrenme ortamında olumlu yönde geliştiği görülmüştür.

Scher (2002) 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ortamlarında bazı geometrik kavramlara yönelik bakış açılarını yürüttüğü mülakatlarla incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin bir kısmı geometrik şekiller arası dönüşümleri gözleyerek şekiller arası ilişkileri doğru belirleyebilmişken bir kısmı şekillere kapsamayan tanımlama mantığı ile yaklaşarak bu yönde görüş bildirmiştir.

Ergün (2010) ise dörtgenler arası dönüşümlere yönelik 7. sınıf öğrencilerine yönelik uyguladığı mülakatlarda öğrencilerin dörtgenleri prototipsel olarak ele aldıklarını ve dörtgenler arasında geçişleri kurmada sorun yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır.

Dörtgenler arası geçişlere yönelik literatür çalışmaları incelendiğinde, Erez ve Yerushalmy (2006)'nin çalışması bu çalışma için öncelikli esin kaynağı olmuştur. Erez ve Yerushalmy (2006) dinamik geometri yazılımında üç farklı durum ile karşılaşmıştır. Ancak, diğer öğrenme ortamları ile herhangi bir çalışmada yapılmamıştır. Bu sebeple bu çalışmada farklı öğrenme ortamları arasındaki karşılaştırma yapılmasına karar verilmiştir. Diğer yandan Yu (2004) ve Scher (2002) çalışmalarında dinamik geometri ortamlarında dörtgenler arası geçişlere yönelik yaptığı çalışmaların olumlu sonuçlanması araştırmacıyı dinamik geometri yazılımı kullanmaya teşvik etmiştir.

Literatürde dörtgenler üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri eksik veya yanlış belirlemelerine sebep olarak; dörtgen türlerine dair sahip olunan kapsamayan tanımlama ve bölünmüş sınıflama eğilimi gösterilebilir. Fakat günümüzde dörtgenler arası hiyerarşik ilişkiler kabul edilmekte; bu da

öğrencilerin mantıksal çıkarım yapabilme ve üst düzey düşünebilme ön koşulu olarak kabul edilmektedir (Fujita ve Jones, 2007). Ayrıca literatürdeki bazı çalışmalar yalnızca öğrencilerin değil ayrıca öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da dörtgenleri tanımlamada, sınıflandırmada ve dörtgenler arası ilişkileri doğru belirlemede sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Athanasopoulou, 2008; Fujita ve Jones, 2007; Pickreign, 2007; Zaskis ve Leikin, 2008).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışma yarı-deneysel bir desene sahip olup hem nitel hem de nicel veriler toplanmıştır. Bu kapsamda çalışmada iki deney grubu ve bir kontrol grubu yer almaktadır. Her üç şubenin öğrencileri okul yönetimi tarafından sınıflara rastgele atanmıştır.

Deney gruplarından ilki yarı yapılandırılmış bir dinamik geometri yazılımı olan the Geometric Supposer'ı kullanıp özel dörtgenler üzerinde öğrenim görmüşken diğer deney grubu yapılandırılmamış bir dinamik geometri yazılımı olan Cabri Geometry ile öğrenim görüp çalışma sonunda dörtgen çeşitlerini kendileri oluşturmuştur. Dörtgenler konusunu kontrol grubu ise öğretim programında önerilen anlayışa uygun olarak geometrik şeritler, geometri tahtaları ve noktalı kâğıtlarla öğrenmişlerdir. Her üç grup araştırma problemine uygun olarak tüm dörtgen türleri için birbirine benzer nitelikteki çalışma yaprakları ve yönergelerinden yararlanmış, gözlemleri ve keşifleri doğrultusunda çalışma yapraklarında yer alan etkinliklere ikili gruplarla çalışarak cevap aramışlardır.

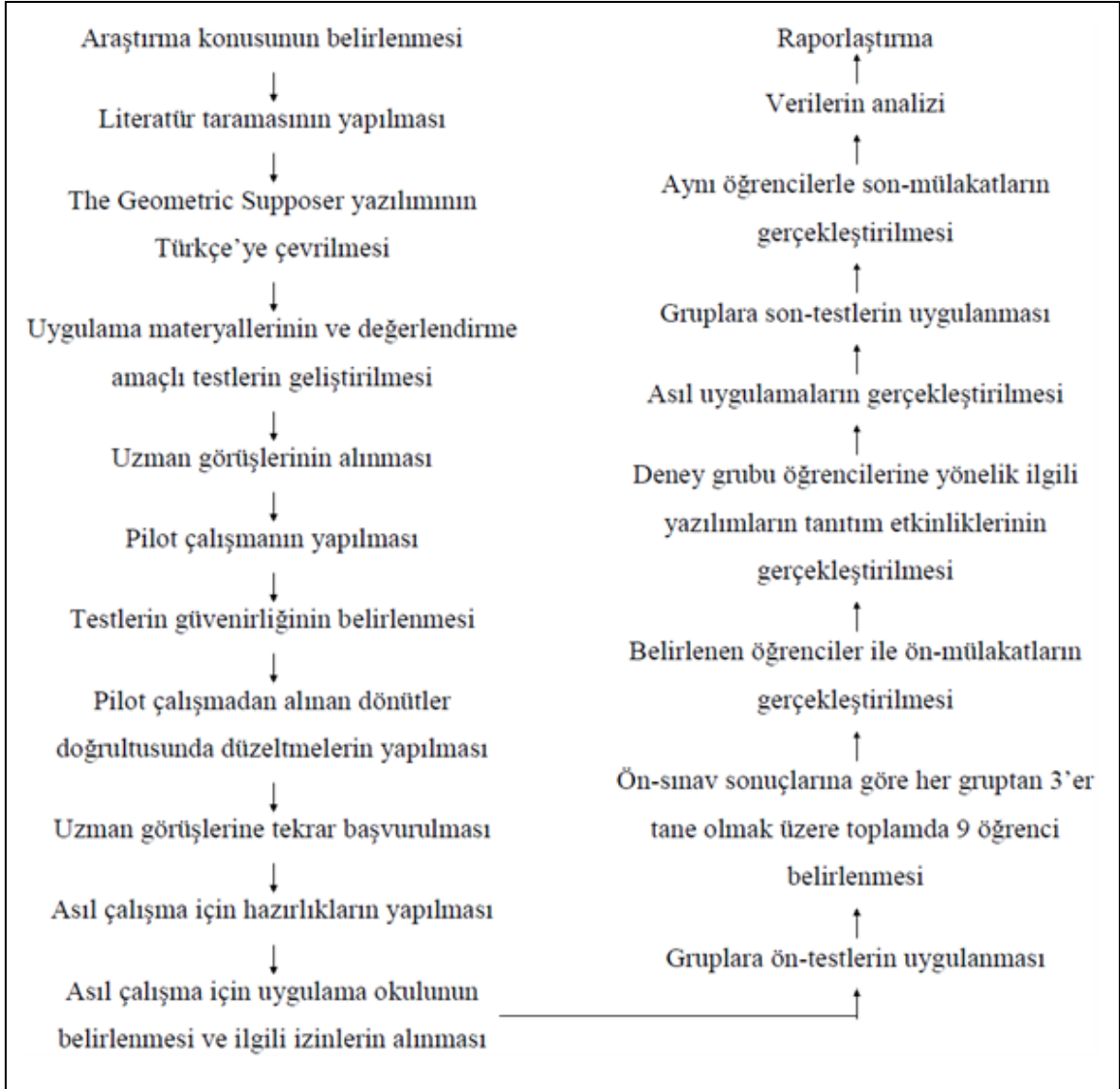
Çalışmanın nitel boyutunda ise klinik mülakatlar yürütülmüştür. Çalışmaya başlamadan önce ve çalışmanın bitiminden sonra yürütülen mülakatlar ile öğrencilerin dörtgenler arasındaki hiyerarşik yapıyı nasıl kurduklarını belirlenmiş, yazılımın sınıflandırma üzerindeki etkisi tespit edilmiştir.

Bu bölümde araştırma tasarımı, verilerin toplama araçları ve toplanan verilerin analizinde izlenen basamaklar açıklanmıştır.

2.1. Araştırma Tasarımı

Araştırma konusu belirlendikten sonra ilgili konu ile ilgili literatür taraması yapılmış, yapılan çalışmalar incelenmiştir. Araştırmalarda kullanılan amaçlar, yöntemler vs. incelenerek literatüre özgün değer katma adına tezin araştırma sorularına şekil verilmiştir. Araştırmada iki adet dinamik geometri yazılımı kullanılmaya karar verildikten sonra yazılımlarla ilgili altyapı çalışmalarını gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda İsrail, *Eğitsel*

Teknoloji Merkezi (The Center for Educational Technology, CET) ile temas kurularak the Geometric Supposer yazılımının Türkçeye çevrilmesi yönünde çalışmalara başlanmıştır. CET şirketiyle yapılan lisans antlaşması (Ek 3) ile birlikte, şirket araştırmacıya Türkçeye çevirmek yazılımı araştırmacıya ücretsiz sağlamıştır. Araştırmacı yazılımı Türkçeye çevirdikten sonra, internet aracılığı ile yazılımı CET şirketi ilgililerine göndermiştir. Cabri Geometry yazılımının ise Türkçe sürümü mevcut olduğundan doğrudan uygulamada kullanılmıştır. Araştırma tasarımında bir sonraki aşama çalışmada kullanılacak olan veri toplama araçlarının hazırlanması olmuştur. Veri toplama araçları oluşturulurken tez danışmanı haricinde çalışma alanı bilgisayar destekli matematik eğitimi olan 3 adet uzman görüşüne başvurulmuştur. Şekil 16’da verilen şematik yapı bu araştırmada izlenen süreci özetlemektedir.



Şekil 16. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması

2.2. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada çeşitli sınav ölçekleri (Dörtgenleri Sınıflandırma ve Tanımlama Sınavı, Dörtgenleri Tanımlama Sınavı, Van Hiele Geometri Anlama Testi, Hiyerarşik Şema Sınavı) klinik mülakatlar, çalışma yaprakları ve araştırmacı tarafından alınan alan notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Bu bölümde veri toplama araçları tanıtılmıştır.

2.2.1. Dörtgenleri Arası İlişkiler Sınavı (DAİS)

Öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri belirleyebilmeleri bakımından hangi öğrenme ortamının daha etkili olduğunu belirlemek amacıyla *Dörtgenleri Arası İlişkiler Sınavı (DAİS)* geliştirilmiştir (Ek 4). DAİS geliştirilmesinde uzman görüşlerine başvurulmuş, ilköğretim II. kademe matematik öğretim programı, 7. sınıf matematik ders kitapları ve literatürdeki çalışmalar kıstas alınmıştır. DAİS; *sınıflandırma, özellikler ve mantıksal çıkarım* olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır. DAİS'in mantıksal çıkarım bölümü van Hiele 4. düzeyine verilen isim olan *Mantıksal Çıkarım* evresi ile ilişkili olmayıp van Hiele 3. düzeyi olan *Mantıksal Çıkarım Öncesi Düzeyi* evresi ile ilişkilidir. Çünkü 3. evrede öğrencilerden geometrik şekiller arası ilişkilerden çıkarım yaparak genellemelere ulaşmaları amaçlanmaktadır, 4. düzeyde ise daha ziyade ispat yapabilme gibi üst düzey beceriler sorgulanmaktadır (Baki, 2006).

DAİS sınıflandırma bölümü iki sayfadan oluşmaktadır (Tablo 2). Sınıflandırma bölümünün birinci sayfasında alfabetik sıraya göre dizilmiş belli sayıda dörtgen ve dörtgen dışı geometrik şekiller yer almaktadır. Bu kısımda öğrencilere verilen şekiller arasından; dörtgen, kare, eşkenar dörtgen, yamuk, dikdörtgen, paralelkenar olanları belirlemeleri istenmiştir. Sınıflandırma bölümünün ikinci sayfasında ise öğrencilerin her bir dörtgen türüne ayrı ayrı odaklanılması sağlanmıştır. Bu doğrultuda verilen şekil türlerinin belirlenmesi istenmiştir.

Tablo 2. DAİS Sınıflandırma Bölümünün Yapısından Örnekler

Bölüm No	Soru Kökü	Geometrik Şekiller
1	Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri dörtgendir?	
2	Aşağıda her bir maddede verilen şekillere hangi adın ya da hangi adların verilebileceğini karşılarındaki bölmelere işaretleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"> • Dörtgen • Kare • Dikdörtgen • Yamuk • Paralelkenar • Eşkenar dörtgen

Özellikler bölümünde temel olarak dörtgen özelliklerin karşılaştırılması amaçlanmıştır (Tablo 3). Bu doğrultuda dörtgen türlerinin açı, kenar ve köşegen özelliklerini sorgulayan toplamda dokuz adet madde verilmiş ve öğrencilerden her bir dörtgen türü için bu özelliklerin sahip olup olmadığını belirlenmesi istenmiştir.

Tablo 3. DAİS Özellikler Bölümünden Örnekler

Özellikler/Şekiller	K	PK	DD	D	Y	ED
1) Karşılıklı kenar çiftleri birbirine eşittir.						
2) Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.						

...

DSTS'nin son kısmı olan mantıksal çıkarım bölümünde, dörtgen çiftleri arasındaki hiyerarşik ilişkileri doğrudan sorgulayan on adet cümle tamamlama tarzında soru yer almıştır. Bu amaçla dörtgen çiftleri arasındaki ilişkileri *her zaman*, *bazen* veya *hiçbir zaman* şeklinde ifadelerle açıklayan üç şık arasından doğru olanın belirlenmesi istenmiştir. Örneğin kare ile dikdörtgen arasındaki hiyerarşik ilişkiyi sorgulamak için aşağıdaki şıklar verilmiş ve bu soru için doğru olan şıkkın işaretlenmesi istenmiştir.

- a) Kare *her zaman* bir dikdörtgendir.
- b) Kare *bazen* bir dikdörtgendir.
- c) Kare *hiçbir zaman* dikdörtgen değildir.

Mantıksal çıkarım bölümünde yer alan maddelerin soru kökleri aynı olmasına rağmen soruların özel yapısı ile ilgili olarak iki farklı durumla karşılaşılmaktadır. Örneğin yukarıda verilen çiftte kare hiyerarşik olarak dikdörtgenin altında iken, bazı çiftlerde ise birinci dörtgen türü ikinci türün hiyerarşik olarak üstündedir. Mantıksal çıkarım bölümünde 5 adet soruda birinci dörtgen türü ikinci dörtgen türünün (1-kare, 2-dikdörtgen gibi) hiyerarşik olarak altında (HOA) iken diğer 5 sorudaki birinci dörtgen türü ikinci dörtgen türünün (1-paralelkenar, 2-eşkenar dörtgen gibi) hiyerarşik olarak üzerinde (HOÜ) yer almaktadır.

DAİS ve bölümlerinin güvenilirliğini belirleyebilmek için pilot çalışma son-test puanlarına güvenilirlik analizi yapılmıştır. Yapılan güvenilirlik hesabında Croanbach alfa katsayısı: sınıflandırma bölümünde 0,837; özellikler bölümünde 0,748; mantıksal çıkarım bölümünde 0,702 ve DAİS genelinde 0,876 olarak belirlenmiştir. Ulaşılan bu güvenilirlik katsayı değerleri 0,7'nin üzerinde olması sebebiyle DAİS ve bölümlerinin iyi bir güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

2.2.2. Dörtgenleri Tanımlama Sınavı (DTS)

Yazılımların öğrencilerin dörtgenleri nasıl bir tanımlama yapmaya yönlendirdiklerini ve öğrencilerin ne derecede doğru tanımlama oluşturduklarını belirlemek amacıyla 3 adet uzman görüşleri alınarak *Dörtgenleri Tanımlama Sınavı (DTS)* uygulanmıştır (Ek 5). DTS'de öğrencilere günlük hayat problemi sunularak dörtgen, kare, paralelkenar, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve yamuğun tanımlanmasına işaret edilmiştir. DTS'nin güvenilirliğini belirleyebilmek için pilot çalışma son-test puanlarına yapılan güvenilirlik analizinde testin Croanbach alfa katsayısı 0,723 olarak belirlenmiştir.

2.2.3. Van Hiele Geometri Anlama Testi (VHGAT)

25 maddelik çoktan seçmeli Van Hiele Geometrik Düşünce Testi (VHGAT) 1982 yılında Usiskin tarafından geliştirilmiştir. Yazar çalışmasının gerekli geçerlilik-güvenirlilik önlemlerini aldıktan sonra bu testin maddelerini her seviye düzeyini ölçecek şekilde eşit

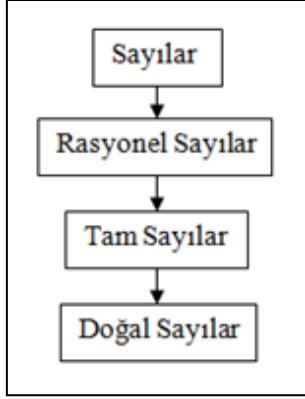
dağıtmıştır. Bu bağlamda 1-5. sorular van Hiele 1. düzeyi; 6-10. sorular van Hiele 2. düzeyi; 11-15. sorular Van Hiele 3. düzeyi, 16-20. sorular van Hiele 4. düzeyi ve son olarak 21-25. sorular van Hiele 5. düzeyi ölçmeye yöneliktir. Bilindiği gibi geometrik şekilleri minimum özellikleri yoluyla tanımlama, sınıflandırabilme, aralarındaki hiyerarşik yapıyı fark etme Van Hiele geometri anlama düzeylerinin 3. düzeyine denk gelmektedir (Fuys vd., 1988). Bu sebeple Baki (2006) tarafından Türkçeye çevrilmiş VHGAT'nin ilk 15 sorusu (Ek 6) çalışma kapsamında kullanılmıştır.

2.2.4. Hiyerarşik Şema Sınavı (HŞS)

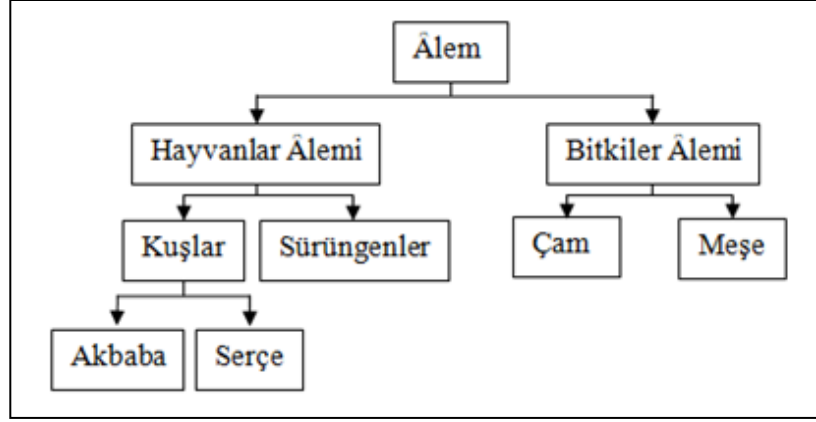
Öğrenme ortamlarının öğrencilerin dörtgenler arası hiyerarşik ilişkiyi fark edebilmelerinde ve bunu şema ile gösterebilme düzeylerini ortaya çıkarabilmek için *Hiyerarşik Şema Sınavı (HŞS)* yalnızca son-test olarak gruplara uygulanmıştır. Sınavın güvenilirliğini belirleyebilmek için pilot çalışma son-test puanlarına yapılan güvenilirlik analizinde testin Croanbach alfa katsayısı 0,715 olarak belirlenmiştir.

Sınavda; dörtgen, paralelkenar, kare, yamuk, eşkenar dörtgen ve dikdörtgen arasında hiyerarşik bir şemanın oluşturulması istenmiştir (Ek 7). Her üç grupta da öğrencilere matematik ve biyoloji ile ilgili şema örnekleri derste sunulmuş, hiyerarşik sınıflama yapmadaki kıstaslar yaklaşık 1 ders saati boyunca gösterilmiştir. Matematik ile ilgili olarak sayılar konusuna yönelik bir hiyerarşik şema örneği öğrencilere sunulmuştur. Bu kapsamda öğrencilerin daha önce öğrendikleri sayılar alt öğrenme alanında yer alan kavramlardan olan rasyonel sayı, tam sayı ve doğal sayı arasında bir şema tahtada oluşturularak (Şekil 17a) sayılar arasındaki bazen her zaman ilişkisi irdelenmiştir. Bu şemada rasyonel sayıların bazen tam sayı bazen doğal sayı olabileceği fakat her tamsayı ve doğal sayının bir rasyonel sayı olduğu gibi örnekler öğrencilere verilmiş ve sınıf içi tartışmalar yapılmıştır. Ancak bu matematiksel kavramlarla oluşturulmuş hiyerarşik şemada *bazen, her zaman* ilişkisi örneklendirilmesine rağmen *hiçbir zaman* ilişkisi örneklendirilememiştir. Bunun için biyolojide yapılabilecek ilkel düzeyde bir hiyerarşik şema örneği gösterilerek öğrencilerle tartışma yapılmıştır (Şekil 17b). Bu şemada: hayvanlar âlemi, sürüngenler, kuşlar, akbaba, serçe, bitkiler âlemi, çam ve meşe kelimeleri kullanılmıştır. Sayılarla ilgili oluşturulan şemadaki gibi bu şemada da kelimeler arası bazen ve her zaman ilişkisi tartışılmasının yanı

sıra hiçbir zaman örneği olarak ise *çam hiçbir zaman bir hayvan değildir, serçe hiçbir zaman sürüngen değildir* gibi örnekler kullanılmıştır.



Şekil 17a



Şekil 17b

Şekil 17. Öğrencilere hiyerarşik şema bilgisi kazandırmak için derste tartışılan örnekler

2.2.5. Klinik Mülakatlar

Öğrencilerin dörtgenler arasındaki hiyerarşik yapıyı nasıl kurduklarını belirlemek amacıyla DAİS sınav sonuçlarına göre her gruptan 3'er tane olmak üzere 9 öğrenci belirlenmiştir. Bu sebeple uygulamalara başlanmadan önce her üç gruba uygulanan DAİS'den alınan sınav sonuçlarına göre, öğrencilerin dörtgenlere dair görüşlerini almak için, araştırmacı matematik öğretmeni ile birlikte öğrenciler belirlenmiştir. Bu bağlamda her şubeden, DAİS sonuçlarına göre 1 yüksek düzey, 1 orta düzey ve 1 düşük düzey olmak üzere toplamda 9 (3 kız 6 erkek) öğrenci belirlenmiştir. Öğrencilerin belirlenmesindeki diğer bir kıstas ise öğrencilerin kendilerini iyi ifade edebilme yeteneğine sahip olmalarıdır. Belirlenen öğrenciler ile de Villiers'in (1987, s.10) geliştirdiği klinik mülakat formundan (Ek8) da yararlanılarak mülakatlar yürütülmüştür.

DAİS sınıflandırma bölümünden yararlanılmasının nedeni bu bölümün dörtgen türleri arasında geçişleri sorgulayacak nitelikte bir yapıya sahip olması gösterilebilir. Örneğin bir öğrencinin bir dörtgen türü için işaretlediği tüm geometrik şekiller bu bölümde kolaylıkla görülebilmekte ve bu vesile ile söz konusu dörtgen türü ile ilgili olan ve olmayan geometrik şekiller belirlenebilmektedir. Dolayısıyla öğrencilerini dörtgenler arası sınıf-

altsınıf ilişkilerini doğru gösterebilme yeterlilikleri bu bölüm aracılığı ile kapsamlı olarak sorgulanabilmektedir.

Klinik mülakat metnin yönergelerini, öğrencilerin DAİS'nin birinci sayfasına verdikleri yanıtlara göre oluşturulmuştur. Örneğin bu sınavda kareyi ayrıca dikdörtgen olarak işaretleyen fakat paralelkenar olarak işaretlemeyen bir öğrenciye: *Niçin bu şekil sana göre bir dikdörtgendir? Dikdörtgenin tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabilir mi? Kare bir dikdörtgen midir, niçin? Peki, bu şekil niçin bir paralelkenar değildir? Paralelkenarda hangi özellikler olmalıdır? Saydığın özelliklerden bu şekilde olmayanlar var mıdır?* gibi öğrenci bakış açılarını ve düşünce süreçlerini ortaya çıkaracak sorular yöneltilmiştir. İkinci mülakatlarda (son mülakatlar) ise öğrenim görülen ortamlar da kıstas alınarak, her bir ortamın sunduğu olanaklara göre öğrencilerin öğrenmesi sorgulanmıştır. Örneğin Cabri Geometry yazılımı ile öğrenim gören bir öğrenciye: *dikdörtgeni köşelerinden çektiğinde tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabildi mi?* türünden sorular sorularak yazılımın sürükleme boyutu mülakata dâhil edilmiştir.

Klinik mülakatlar video kayıt cihazı ile kaydedilmiş, mülakatlardan elde edilen veriler nitel olarak kodlanmıştır. Ardından her bir dörtgen türü için katılımcıların algılamaları, öğrenme ortamlarına göre ortaya koyulmuştur.

2.2.6. Çalışma Yaprakları

Çalışmanın amacı doğrultusunda her bir dörtgen türü için literatürdeki çalışmalardan, ilköğretim II. kademe matematik öğretim programı, 7. sınıf matematik ders kitaplarından ve uzman görüşlerinden yararlanılarak çalışma yaprakları hazırlanmış (Ek 9, Ek 10, Ek 11), her üç grupta yer alan öğrencilere yönergeler verilmiştir. Çalışma yapraklarında dörtgenler arası ilişkiler doğrudan sorulmayarak, bu ilişkiler yönergelerin içerisinde gizlenmiştir. Örneğin Cabri Geometry ile öğrenim gören öğrencilere paralelkenar ve dikdörtgen arasındaki ilişkiyi sorgulamak için doğrudan *dikdörtgen bir paralelkenar mıdır?* şeklindeki bir sorudan ziyade *paralelkenarı köşelerinden çektiğinizde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?* şeklinde sorularak paralelkenar ile dikdörtgen arasındaki ilişki yönergelerin içerisine yerleştirilmiştir. Her üç grupta da ilgili dörtgenin en genel hali o dörtgeni temsil etmek üzere öğrencilere sunulmuş, bu doğrultuda çalışma yapraklarını

cevaplamışlardır. Örneğin paralelkenar ile ilgili olan çalışma yaprağında, her üç gruba da genel bir paralelkenar örneği sunulmuştur. Kare, dikdörtgen ve eşkenar dörtgen de paralelkenar olmasına rağmen, bu türler paralelkenar çalışma yaprağında doğrudan yer almamış fakat çalışma yapraklardaki sorularla bu türler ile paralelkenar arasındaki ilişkiler sorgulanmıştır.

Çalışmada Grup 1 (deney grubu 1) the Geometric Supposer yazılımı; Grup 2 (deney grubu 2) Cabri Geometry yazılımı ve Grup 3'e (kontrol grubu) geometrik şerit, noktalı kâğıt ve geometrik tahta kullanmaya yönelik çalışma yaprakları hazırlanmıştır. Çalışma yapraklarının içeriği oluşturulduktan sonra bu materyallere araştırmacı tarafından çizilen görsel öğeler eklenmiştir.

2.3. Pilot Çalışma

Araştırma materyallerinin aksayan yönleri, soruların ve yönergelerin net anlaşılabilirliği gibi özelliklerin belirlenmesi amacıyla 2010 bahar döneminde Rize ilinin Çayeli ilçesinde yer alan bir ilköğretim okulunun 7. sınıf üç şubesindeki öğrenciler üzerinde pilot çalışma yapılmıştır. Öncelikle gruplara sırasıyla DAİS, DTS ve VHGAT uygulanarak, DAİS'den alınan puanlara göre her gruptan bir yüksek, bir orta ve bir de düşük not alan öğrenci olmak üzere bir hafta içerisinde toplam 9 öğrenci ile bire-bir klinik mülakatlar (ön mülakatlar) yürütülmüştür. Klinik mülakat soruları öğrencilerin DAİS sınavının birinci sayfasındaki sorulara verdikleri yanıtların sorgulanmasına yönelik gerçekleştirilmiştir. Klinik mülakatlarda de Villers (1987, s.10) tarafından geliştirilen mülakat protokolü kullanılmıştır. Ön mülakatlar tamamlandıktan sonra deney grubu öğrencilerine bilgisayar yazılımları tanıtım etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Bu zaman zarfında kontrol grubu dörtgenler ile ilgili herhangi bir çalışma yapmamış, matematik öğretmeni tarafından kullanacakları materyaller öğrencilere sunulmuş, açıölçer ve cetvel kullanımı öğrencilere hatırlatılmıştır. Deney grubundaki tanıtım etkinlikleri tamamlanınca üç grupta da uygulamalara başlamıştır. Uygulamalarda Grup 1 ve Grup 2 bilgisayar laboratuvarında ilgili yazılımlar ile çalışırken Grup 3 matematik dersliğinde geometrik tahta, noktalı kâğıt ve geometrik şeritlerle çalışma yapraklarını cevaplamışlardır. Uygulamaların sonucunda ise sınav ölçekleri son test olarak (DAİS, DTS, VHGAT, HŞS) bir kez daha uygulanmıştır. Ön

mülakat yapılan 9 öğrenci ile tekrar bire-bir görüşmeler yürütülerek, son mülakat sorularında dörtgenler arası ilişkiler bu kez öğrenim görülen ortamlar dikkate alınarak öğrencilere yöneltilmiştir. Pilot çalışma sonucunda toplanan veriler analiz edilerek uygulamadan alınan dönütler doğrultusunda öğrenim materyallerinde yer alan bazı yönergeler değiştirilmiş, bazı kısımlara ise eklemeler yapılmıştır. Örneğin pilot çalışmada paralelkenar-dikdörtgen ilişkisini fark ettirebilmek için her uç grupta da bu ilişki çalışma yapraklarında yer alan yönergelerle aşağıdaki gibi sorgulanmaktaydı:

- *Paralelkenarı köşelerinden çektiğinizde, dikdörtgene dönüştürebiliyor musunuz?*
 - *Evet / Hayır*
- *Cevabınız evetse; “dikdörtgen, paralelkenarın özel bir halidir” ifadesini kullanmak sizce doğru olur mu?*
 - *Evet, doğru olur / Hayır, doğru olmaz*

Ayrıca aynı çalışma yaprağının ilerleyen maddelerinde aynı çiftler arası ilişki için;

Aşağıdaki maddelere her zaman, bazen veya hiçbir zaman şeklinde cevap veriniz.

- *Dikdörtgen bir paralelkenardır.* _____
- *Paralelkenar bir dikdörtgendir.* _____

ifadeleri pilot çalışmada yer almaktaydı. Asıl uygulamada ise dörtgenler arası ilişkilerin doğrudan sorgulanması yerine keşfedici öğrenme mantığı ile yönergeler arasına gizlenmiş ve öğrencilerin keşif yapmaları sağlanmıştır. Bu doğrultuda yukarıda örneklendirilen paralelkenar-dikdörtgen ilişkisi asıl çalışmada aşağıda verilen yönergelerle sorgulanmıştır:

- *Paralelkenarı köşelerinden çektiğinizde tüm açılar birbirine eşit olabiliyor mu?*
 - *Evet / Hayır*
- *Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.*

Çalışma yaprakları ile ilgili son olarak: pilot çalışmada öğrenciler çalışma yapraklarını bireysel olarak cevaplandırmışken asıl çalışmada ise ikili gruplar halinde cevaplamışlardır. Bu duruma uygulama okulunun her öğrenciye bir bilgisayar düşecek sayıda bir bilgisayar donanımına sahip olmaması sebep olmuştur.

DAİS’de ise köklü değişiklikler yapılmamış, bunun yerine sınavda yer alan bazı soru cümlelerinde düzeltmeler yapılmıştır. Aşağıda DAİS sınavına ilişkin bazı örnekler sunulmuştur.

Pilot Çalışma:

- Aşağıdaki boşlukları uygun olacak şekilde doldurunuz?
 - Eşkenar dörtgen _____ bir paralelkenardır.
 - a) her zaman b) bazen c) hiçbir zaman

Asıl Çalışma:

- Aşağıdaki eşkenar dörtgen ve paralelkenar ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
 - a) Eşkenar dörtgen her zaman bir paralelkenardır.
 - b) Eşkenar dörtgen bazen bir paralelkenardır.
 - c) Eşkenar dörtgen asla bir paralelkenar değildir.

DTS sınavında genel olarak dörtgenlerin öğrencilerce tanımlanması ön plandadır. Bu doğrultuda pilot çalışmada soru kökünde yer alan *dikdörtgen nedir, tanımlayınız* gibi ifadeler alınan dönütler doğrultusunda değiştirilmiştir. Asıl çalışmada ise DTS maddeleri günlük hayatla ilişkilendirilmiş ve öğrencilerin tanımlama yapmaları beklenmiştir.

HSS'nin puanlaması pilot çalışmada Leung (2008, s.1016) tarafından yapılan şema puanlama sistemine göre kıstas alınmıştır. Bu puanlama sistemine göre öğrencilerin oluşturdukları şemadaki dörtgenler arası ilişkiler: *yanlış belirtilmiş* (0 puan), *eksik belirtilmiş* (1 puan), *kısmen doğru gösterilmiş fakat 1 veya 2 hata var* (2 puan) ve *tamamıyla doğru belirlenmiş* (3 puan) olarak kategorize edilmekteydi. Ancak bu puanlama sisteminin yetersiz olduğu kanaatine varılarak asıl çalışmada doğru ifade edilen dörtgen çiftlerinin net sayısı sınavdan alınan puan olarak belirlenmiştir.

Klinik mülakat sorularında de Villiers (1987, s.10) tarafından geliştirilen mülakat protokolünün pilot çalışma son mülakatlarında yetersiz olduğu görülmüş ve bu sebeple çalışmada öğrenme ortamlarının kıstas alınmasıyla birlikte yeni sorular oluşturulmuştur. Araştırmacı nitel veri toplamak için de Villiers'in mülakat protokolünü her bir dörtgen çifti için kullanarak yarı-yapılandırılmış klinik mülakat formları ve sonda soruları geliştirilmiş ve uygulamalarını yapmıştır. Ayrıca pilot çalışmada öğrencilerin DAİS'nin MÇB de klinik mülakata dâhil edilirken asıl çalışmada yalnızca DAİS-SB'ye verilen cevaplar kullanılmıştır. Uygulamadan alınan dönüt-düzeltilmeler sonucu materyallere son şekli verilerek ana uygulama için hazırlıklar gerçekleştirilmiştir.

2.4. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını Rize il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulunun 7. sınıf düzeyindeki 72 öğrenci oluşturmaktadır. Deney gruplarından Grup 1’de (7-A şubesi) 24, Grup 2’de (7-B şubesi) 26 ve kontrol grubu olan Grup 3’de (7-C şubesi) ise 22 öğrenci çalışmada yer almıştır. Her öğrenci okul yönetimi tarafından rastgele bir şubeye atanmış ve şubelerin matematik dersine aynı matematik öğretmeni girmektedir. Öğrenciler geçmişte okulda resmi olarak bilgisayar dersi aldıklarından, bilgisayar kullanımına dair temel bilgilere sahiptirler. Ayrıca, öğrenciler 13-14 yaş grubundadır.

Okulun seçilmesindeki belirleyici faktörler; bilgisayar laboratuvarına ve teknolojik olanaklara sahip olması, öğrencilerin yaklaşık olarak aynı sosyo-ekonomik koşullara sahip olmasıdır. Çalışmanın yapılabilmesi için Rize İli Milli Eğitim Müdürlüğü’nden gerekli izin alınmış (Ek 12) ve çalışma 2010-2011 öğretim yılı bahar döneminde gerçekleştirilmiştir.

2.5. Verilerin Toplanması

Ana çalışma için gerekli hazırlıklar tamamlandıktan sonra pilot çalışma sürecine benzer olarak eşzamanlı üç çalışma grubuna öncelikle ön test olarak DSTS, DTS ve VHGAT yaklaşık 3 ders saatinde uygulanmıştır. Çalışmayı nitel verilerle desteklemek için uygulamalara başlanmadan önce her üç gruba uygulanan DAİS’den alınan sınav sonuçlarına göre belirlenen 9 öğrenci ile araştırmacı bireysel olarak okulun kütüphanesinde görüşme yapmıştır. Görüşmeler ders dışında yürütülmüştür.

Mülakat sorularına öğrencilerin DAİS’nin sınıflandırma bölümünün ilk sayfasına verdikleri cevaplar konu olmuştur. Bu bölümde toplamda 19 adet şekil yer almakta ve öğrencilerden bu şekillerin hangilerinin kare, dikdörtgen vs. olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin sınavlara verdiği cevaplar okunup ön-test notu sınavın ön yüzüne yazılması sebebiyle, araştırmacı öğrenci cevaplarını temize çekmiş ve mülakat sırasında öğrenciye cevaplarını vermiştir. Öğrenci sınava verdiği cevapları buradan takip etmişken, öğrenci cevaplarının orijinal hali araştırmacıda kalmıştır.

Araştırmacı, klinik mülakatları yürütülürken sınıflandırma bölümünün ikinci sayfasını ilk sayfasına göre daha detaylı uygulamıştır. Uygulamanın ardından gruplara son-test sınavları uygulanarak aynı öğrencilerle, aynı ortamda ve aynı şartlarda tekrar bireysel mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlar yaklaşık 20 dk. ile 30 dk. arasında sürmüştür.

Alınan ön-test sonuçlarına göre araştırmacı ve matematik öğretmeni deney gruplarını ve kontrol grubunu rastgele belirlemiştir. Bu kapsamda 7A şubesi Grup 1 (Deney Grubu 1) olarak belirlenerek the Geometric Supposer yazılımını kullanması, 7B şubesi Grup 2 (Deney Grubu 2) olarak belirlenerek Cabri Geometry yazılımını kullanması ve son olarak 7C şubesi ise Grup 3 (Kontrol Grubu) olarak belirlenerek noktalı kâğıt, geometrik tahta ve geometrik şeritleri kullanması planlanmıştır.

Araştırmacı, belirlenen öğrencilerle bir yandan klinik mülakatlar yürütürken diğer yandan matematik öğretmenine ders dışı saatlerde ilgili yazılımları tanıtmıştır. Klinik mülakatların yaklaşık 1 haftada bitirilmesi ardından deney grupları için 4 saat süreyle bilgisayar yazılımları tanıtım etkinlikleri matematik öğretmeni tarafından gerçekleştirilmiştir.

Deney grubu tanıtım etkinliklerinin ardından çalışma yapraklarına geçilerek 8 ders saati boyunca ilgili dörtgen türleri çalışılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencileri ikili gruplar halinde çalışma yapraklarını cevaplamışlardır. Her üç gruptaki öğrenciler sınıf düzeninde beraber oturduğu sıra arkadaşları ile grup olmuşlardır. Çalışma yapraklarında sırasıyla kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen, paralelkenar, yamuk ve dörtgen çalışılmıştır. Araştırmacı uygulamalar esnasında alan notları almış, bağımsız gözlemler yapmıştır. Ayrıca Grup 1 öğrencilerinin her bir dörtgen türünü oluşturmak amacıyla yazılımında oluşturdukları şekiller, ders sonunda taşınabilir bellek ile araştırmacı tarafından alınmıştır. Çalışma yapraklarının bitimi ardından uygulamaya bir hafta ara verilmiş, bu ara sonrası son sınav ölçekleri olan DAİS, DTS, VHGAT ve HŞS uygulanmıştır. Ön mülakat yapılan aynı 9 öğrenci ile klinik mülakatlar okulun kütüphanesinde bire-bir olacak şekilde tekrar yürütülmüştür. Son mülakatlarda ise yazılımların dörtgenler arası geçişleri ne yönde etkilediğini belirlemek amacıyla öğrenim görülen ortama yönelik sorular yer almıştır. Çalışma sonunda toplanan nitel ve nicel veriler analiz edilmiş raporlaştırma işlemine geçilmiştir. Her üç grupta da ön-test veya son-testlerden herhangi birini alamayan öğrenciler araştırma kapsamının dışında bırakılmıştır. Uygulamada izlenen çalışma takvimi Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Asıl Uygulamada İzlenen Çalışma Takvimi

Çalışmanın Aşamaları	Süre
DAİS, DTS ve VHGAT uygulanması (ön test)	Yaklaşık 3 ders saati
Ön-mülakatların yürütülmesi	1 hafta
Yazılım tanıtım etkinlikleri (G1 ve G2 için)	4 ders saati
Uygulama materyallerinin tanıtımı (G3 için)	1 ders saati
Kare çalışma yaprağı	1 ders saati
Dikdörtgen çalışma yaprağı	1 ders saati
Eşkenar Dörtgen çalışma yaprağı	1 ders saati
Paralelkenar çalışma yaprağı	2 ders saati
Yamuk çalışma yaprağı	2 ders saati
Dörtgen çalışma yaprağı	1 ders saati
Hiyerarşik şema örnekleri sunumu	Yaklaşık 1 ders saati
Ara	2 hafta
DSTS, DTS, VHGAT ve HŞS uygulanması (son test)	Yaklaşık 3 ders saati
Son-mülakatların yürütülmesi	1 hafta

2.5.1. Deney Grubu 1 (G1) için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri

Deney grubu 1'in the Geometric Supposer yazılımı ile öğrenim göreceği olması sebebiyle yazılım öğrencilere matematik öğretmeni tarafından bilgisayar laboratuvarında tanıtılmıştır. Tanıtım sırasında yazılımda dörtgen çeşitlerinin tümünün yer aldığı *Şekiller* araç çubuğunun öğrencilerin keşfetmeleri sağlanmıştır. Bunun yanı sıra gösterip yaptırma yöntemi ile yazılımda açı ölçüsü ve kenar uzunluğu hesabı, köşegen oluşturma gibi özellikler 4 saat süre ile öğrencilere tanıtılmıştır.

G1 yarı yapılandırılmış şekillere sahip olan dinamik geometri yazılımı ile öğrenmişlerdir. Dörtgen çeşitleri menü çubuklarında doğrudan yer aldığından, dörtgenlerin özelliklerini bilmeden şekilleri yazılımda oluşturmuşlar sonrasında ise özelliklerini keşfetmişlerdir.

G1’de yer alan çalışma yapraklarının özel yapısına inildiğinde diğer grupların çalışma yaprakları ile benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Öğrenciler dörtgenlerin açı ve kenar-köşegen uzunluklarını yazılım aracılığı ile gözlemleyebilmekte, yönergeler göre çalışma yapraklarına cevap verebilmişlerdir. Fakat Cabri Geometry yazılımının aksine the Geometric Supposer yazılımında nesnelerin paralellliğini sorgulamaya yönelik herhangi bir araç çubuğu yer almamaktadır. Nesnelere paralellik özelliğini sorgulamak isteyen öğrenciler nesnelerin açı özelliklerine veya bazen kenar uzunlukları arasındaki ilişkiye göre karar verebilirler. Ayrıca dörtgenler arası ilişkiler metinde yönergeler arasında gizlenmiştir. Örneğin; *paralelkenarı köşelerinden çektiğinizde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?* şeklinde sorulan bir soru ile paralelkenar ile dikdörtgen arasındaki ilişkinin keşfettirilmesi amaçlanmıştır. Son olarak *programda rastgele bir dikdörtgen oluşturmak için hangi menülere sırasıyla girdiğinizi yazınız* gibi öğrencilerin şekilleri oluşturma adımları da çalışma yaprakları sonunda sorulmuştur.

2.5.2. Deney Grubu 2 (G2) için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri

Deney gruplarından ikincisi olan G2 daha önceden de değinildiği gibi Cabri Geometry yazılımı ile öğrenim görmüştür. Ön testlerin uygulanması ardından öğrencilere 4 saat süreyle Cabri Geometry yazılımı tanıtım etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Tanıtım sırasında G2’ye yazılım özellikleri tümüyle öğretilmemiş, daha ziyade dörtgen türleri için gerekli olan önkoşul öğrenmeler (doğru parçası oluşturma, paralel doğru oluşturma vs.) sağlanmıştır. Tanıtım işleminde gösterip yaptırma yöntemi kullanılmış, bu işlemi ise matematik öğretmeni üstlenmiştir. Öğrencilerin yazılımı kullanmaları yönünden yeterli olduğuna matematik öğretmeni ile beraber karar verildikten sonra çalışma yapraklarına geçilmiştir.

Bilgisayar destekli çalışma yaprakları, belli başlı yönergelerden oluşarak öğrencilere dinamik geometri yazılımında keşif yapma imkânları sağlamıştır. G2 için dörtgen türlerini öğrencilerin oluşturması amaçlanmasına rağmen, bu amaç için öncelikle Cabri Geometry yazılımında öğrencilere yarı yapılandırılmış şekiller (dörtgen türleri) sunulmuştur. Bağımsız bir yapılanmaya imkân sunan bir yazılım türü olan Cabri Geometry’nin doğrudan menü çubuklarında dörtgen türlerini barındırmaması sebebiyle, dörtgen türlerinin

özelliklerini bilmeyen öğrencilerden bu şekilleri oluşturmalarını beklemek imkânsızdır. Örneğin paralelkenarın karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olduğunu bilmeyen bir öğrencinin yazılımın paralellik özelliklerini kullanarak bir paralelkenar oluşturulması beklenemez. Her bir dörtgen türüne ait çalışma yaprağında dörtgenlerin özelliklerini keşfeden öğrenciler, öğrendikleri özellikleri göze alarak ilgili türleri oluşturmaları beklenmiştir. Araştırmacı her çalışma yaprağının sonunda öğrencilerin oluşturdukları şekilleri taşınabilir bellek ile alarak şekillerin ne derecede doğru yapılandırıldığını belirlemiştir.

G2'ye ait çalışma yapraklarının özel yapısına inildiğinde dörtgenlerin; paralelliği yazılımın *Paralel mi?* , kenar ve köşegen uzunlukları *Uzunluk veya Uzaklık*, açı ölçüleri ise *Açı* menüleri yardımıyla incelenmiştir. Kendilerine verilen yarı-yapılandırılmış şekilleri köşelerinden sürükleyerek paralellik, açı ve kenar-köşegen özelliklerini inceleyen öğrenciler ayrıca çalışma yapraklarındaki yönergelerle dörtgenler arasındaki ilişkileri de gözlemlemişlerdir. Örneğin eşkenar dörtgen ile kare arasındaki ilişkiyi fark ettirebilme adına *eşkenar dörtgeni köşelerinden çektiğinizde tüm açıları birbirine eşit oluyor mu?* şeklinde soru sorularak öğrencilerin yazılımda eşkenar dörtgen üzerinde gözlem yapmaları sağlanmış, ilgili dörtgenler arası geçişler yaparak kare ile ilişki kurabilmesi amaçlanmıştır.

2.5.3. Kontrol Grubu için Tasarlanan Öğretim Faaliyetleri

Deney grupları için dinamik geometri yazılımları tanıtılırken kontrol grubuna ise 1 ders saati süre ile kullanacakları ana materyaller (geometrik şeritler, noktalı kâğıt ve geometrik tahta) tanıtılmış ve cetvel-açıölçer kullanımı üzerinde çalışılmıştır. Kontrol grubu, deney grubu öğrencileri bilgisayar yazılımlarını kullanmayı öğrenirken dörtgenler ile ilgili herhangi bir çalışma yapmamışlardır.

Deney grupları çalışma yapraklarına bilgisayar ortamlarında cevaplarırken, kontrol grubu öğrencileri yeni ilköğretim öğretim programının önerdiği şekilde geometrik şeritler, noktalı kâğıt ve geometrik tahta kullanarak dörtgenlerin özellikleri ve birbirleri ile olan ilişkilerini keşfetmişlerdir. Bu bağlamda çalışma yapraklarında en genel haliyle noktalı kâğıtta dörtgen türleri öğrencilere sunulmuş ve belli başlı özelliklerinin belirlenmesi öğrencilerden istenmiştir. Öğrenciler dörtgen türlerini noktalı kâğıt üzerinde oluşturarak ve

geometrik tahta kullanarak dörtgenlerde kenar, açı ve köşegen özelliklerine dair sahip oldukları bilgileri pekiştirmişlerdir. Dörtgenler arası geçişler ise geometrik şeritler aracılığı ile gerçekleşmiştir. Deney grubunda yer alan dörtgenler arası geçişler aynı şekilde kontrol grubunda da sorgulanmıştır. Örneğin geometrik şeritlerle eşkenar dörtgen oluşturan öğrencilerden eşkenar dörtgen ile kare arasındaki ilişkiyi *oluşturduğunuz eşkenar dörtgendeki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde tüm açıları birbirine eşit oluyor mu?* sorusu ile fark etmeleri beklenmiştir.

2.6. Verilerin Analizi

Bu bölüm, toplanan nicel ve nitel verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler içermektedir.

2.6.1. Nicel Verilerin Analizi

DAİS, DTS, VHGA ve HŞS araştırma kapsamında kullanılmış nicel veri kaynaklarıdır. Öncelikle bu sınavların nasıl değerlendirildiği hakkında bilgi verilecektir.

DAİS’de sınıflandırma ve özellikler bölümlerine verilmiş her doğru cevap bir puan değerinde olmakla birlikte her yanlış cevap ise bir doğru cevabı götürmüştür. Bu bölümlerde yer alan soru maddelerin birden fazla doğru cevabı olması sebebiyle böyle bir puanlama sistemi rastgele işaretlemeyi önlemek için geliştirilmiştir. Mantıksal çıkarım bölümünde ise her sorunun yalnızca bir doğru cevabı olup işaretlenen her doğru cevap bir puan olarak değerlendirilirken, yanlış cevap doğru cevabı götürmemiştir. Sınav süresi 35 dakika olan DAİS’nin her bölümlerinde alınabilecek en yüksek puanlar şu şekildedir: sınıflandırma bölümü 61; özellikler Bölümü 29; mantıksal çıkarım bölümü 10 olmak üzere sınavdan alınabilecek en yüksek puan ise 100’dür.

DTS’nin değerlendirilmesi öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek: yanlış, özellikleri eksik kullanılan, özel, kapsamayan, ekonomik, ekonomik olmayan ve hiyerarşik tanımlama türlerine göre kodlanmıştır. Bu doğrultuda her bir tanımlamaya yönelik yapılan

puan dağılımları aşağıdaki gibi olmuştur. Cevaplama süresi 30 dakika olarak belirlenen DTS'den alınabilecek en yüksek puan ise 18'dir.

Hiyerarşik Tanımlama	: 3 puan
Ekonomik Tanımlama	: 3 puan
Ekonomik Olmayan Tanımlama	: 2 puan
Kapsamayan Tanımlama	: 1 puan
Özellikleri Eksik Kullanılan Tanımlama	: 1 puan
Özel Tanımlama	: 1 puan
Yanlış Tanımlama	: 0 puan

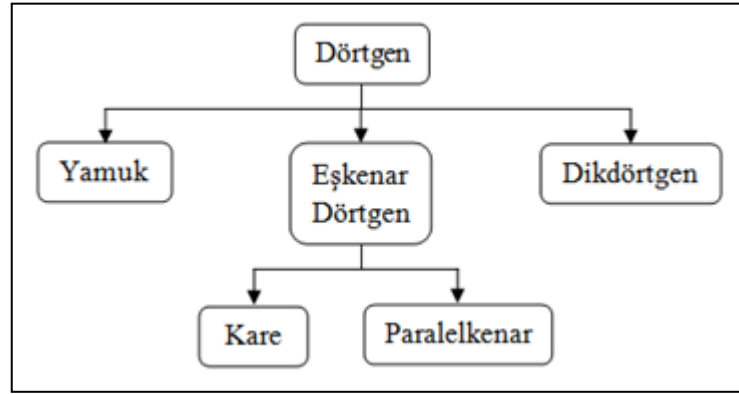
VHGAT yapısı daha önceden de belirtildiği üzere 1-5. sorular van Hiele 1. düzeyi; 6-10. sorular van Hiele 2. düzeyi; 11-15. sorular Van Hiele 3. düzeyi ölçmeye yöneliktir. Ancak bir öğrencinin bu 15 madde içerisinde farklı düzeylere yönelik soruları doğru cevaplama muhtemeldir. Bu sebeple daha güvenilir bir puanlama yapabilmek adına VHGAT'nin her bir aralığındaki soruların en az %60'ının cevaplandığı koşullarda öğrenciler puan alabilmiştir. Bu kapsamda öğrenci cevapları:

1-5. sorulardan en az 3 adet doğru cevaplama için	→ 1 puan
6-10. sorulardan en az 3 adet doğru cevaplama için	→ 2 puan
11-15. sorulardan en az 3 adet doğru cevaplama için	→ 4 puan
İlgili aralıklarda en fazla 2 adet doğru cevaplama için	→ 0 puan

olarak değerlendirilmiştir. İlgili aralıkta 3 maddeden daha az doğru cevaplama yapan öğrenciler ise o aralıktan puan alamamıştır. Örneğin 1-5. maddelerden 3; 6-10. maddelerden 2 ve 11-15. maddelerden 3 doğru soruyu cevaplandırabilen öğrenci; ilk düzeyden 1 puan; ikinci düzeyden 0 puan ve üçüncü düzeyden 4 puan olarak VHGAT toplamında 5 puan almıştır. Bu öğrenci, van Hiele 3. düzey sorularından üç maddeyi cevaplama rağmen 2. düzey sorularından en az üçünü cevaplayamadığı için van Hiele 3. düzeyde yer alamamaktadır. VHGAT'de alınabilecek en yüksek puan 7 olup sınavın cevaplama süresi ise 35 dakika olarak belirlenmiştir.

HSS'nin puanlaması ise şemadaki doğru ilişki ve yanlış ilişki sayısı kıstas alınarak yapılmıştır. Örneğin; Şekil 18'de yer alan şemadaki dörtgenler arası ilişkiler göz önüne alındığında (\rightarrow , bazen anlamında kullanılmıştır. Örnek: $D \rightarrow Y$ ifadesi *dörtgenler bazen yamuktur* anlamına gelmektedir) $\nrightarrow Y$, $D \rightarrow ED$, $D \rightarrow DD$, $D \rightarrow K$, $D \rightarrow PK$, $ED \rightarrow K$,

ED→PK ilişkileri belirlenmiştir. Bu şema eksik bir sınıflandırma olmasına rağmen 6 ilişki doğru ifade edilirken 1 ilişki (E~~D~~PK) yanlış olarak belirtilmiştir. Bu sebeple Şekil 16'daki şema 5 (6-1) puan olarak değerlendirilmiştir. Şekil 10'daki şema HŞS sınavı için tam anlamıyla doğru bir sınıflandırma olurken bu sınavdan alınabilecek en yüksek puan ise 14 olup sınav süresi 15 dakikadır.



Şekil 18. Dörtgenler arasında yapılabilecek eksik bir hiyerarşik sınıflandırma örneği

İster parametrik ister parametrik olmayan test olsun bir istatistiksel analiz yapabilmeyi önkoşulunu Eymen (2007) verilerin yansız olarak seçilmiş olması olarak belirtmiştir. Bu önkoşulun sağlanması ardından verilere parametrik ya da parametrik testlerden hangisinin yapılacağı belirlenmelidir. Parametrik test yapabilmeyi örneklemin genişliği, verilerin ölçümle toplanmış olması, varyansların homojen olması ve puanların normal dağılım göstermesi etkilemektedir (Çepni, 2010). Parametrik test yapabilmek için örneklem sayısının en az 30 kişi olması gerektiği literatürde ifade edilmesine rağmen sosyal bilimlerde örneklem genişliğinin en az 15 olduğu deneysel çalışmalara rastlanmaktadır (Büyüköztürk, 2011).

Verilerin analizine yönelik test türünü belirlemeden önce parametrik test yapabilmek için önkoşulları bu çalışma kapsamında olan her bir test için sorgulanmıştır. Yapılan analizlerde ön-test ve son-test VHGAT ve HŞS'de verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Diğer sınavlarda ise veriler normal dağılım göstermiştir. Bu sebeple normal dağılım gösteren sınavlara parametrik testler uygulanmışken, normal dağılım problemi olan sınavlar için parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Ayrıca sosyal bilimlerde örneklem genişliğinin 15'e kadar düşmesi kabul edilebilir bir durum olduğundan bu çalışmada uygun koşulları taşıyan verilere parametrik testler uygulanmıştır. Bu kapsamda uygulama öncesinde grupların birbirlerine denk olup olmadıklarını sorgulamak adına ön-

test puanlarına; grupların uygulama öncesi ve sonrası öğrenme farklılıklarını sorgulamak adına ön-test son-test puanlarına ve son olarak farklı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin puanları arasındaki istatistiksel farklılıkları sorgulamak adına son-test puanlarına istatistiksel testler uygulanmıştır. Verilerin analizinde ise SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan sınavlar ve bu sınavlara uygulanan parametrik veya parametrik olmayan test türleri şöyledir:

- Grupların ön-testlerinin karşılaştırılması:

DAİS- Sınıflandırma Bölümü	: ANOVA
DAİS- Özellikler Bölümü	: ANOVA
DAİS- Mantıksal Çıkarım Bölümü	: ANOVA
DAİS	: ANOVA
DTS	: ANOVA
VHGAT	: Kruskal Wallis H-Testi

- Grupların ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması

DAİS- Sınıflandırma Bölümü	: Bağımlı T testi
DAİS- Özellikler Bölümü	: Bağımlı T testi
DAİS- Mantıksal Çıkarım Bölümü	: Bağımlı T testi
DAİS	: Bağımlı T testi
DTS	: Bağımlı T testi
VHGAT	: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

- Grupların son-testlerinin karşılaştırılması

DAİS- Sınıflandırma Bölümü	: ANCOVA
DAİS- Özellikler Bölümü	: ANCOVA
DAİS- Mantıksal Çıkarım Bölümü	: ANCOVA
DAİS	: ANCOVA
DTS	: ANCOVA
VHGAT	: Kruskal Wallis H-Testi
HŞS	: Kruskal Wallis H-Testi ve Mann Whitney U Testi

2.6.2. Nitel Verilerin Analizi

Çalışmanın nitel verilerini sınav sonuçlarına göre seçilmiş 9 öğrenci ile yapılan klinik mülakatlar oluşturmaktadır. Araştırmacı her bir katılımcı ile yapılan ön ve son mülakatlarını video kayıt cihazı kullanarak saklamış, ilerleyen zamanda ise araştırmacı-öğrenci arasında geçen diyalogları yazıya dökmüştür. Bu diyaloglara göre öğrencilerin her bir dörtgen türü için sahip oldukları algılamaları belirleyebilmek için betimsel analiz yapılarak kodlamalar oluşturulmuştur. Ön mülakatlarda her bir öğrencinin dörtgen türlerine yönelik sahip oldukları algılamalar ortaya çıkarılması amaçlanırken; son mülakatlarda ise dörtgenler arası geçişlerin öğrenim görülen ortalara göre nasıl kurulduğu saptanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılmasına Yönelik Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde araştırma alt problemlerine uygun olarak dörtgenleri tanımlama, sınıflandırma ve van Hiele 3. düzeye çıkabilmeye yönelik elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.1.1. Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Elde Edilen Bulgular

Dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin dörtgenleri tanımlayabilmeleri yönünden etkililiği ön-test ve son-test olarak gruplara uygulanan Dörtgenleri Tanımlama Sınavı (DTS) ile test edilmiştir. Grupların ön-testteki betimsel istatistikleri ve grupların puanları arasında istatistiksel bir farklılığın olup olmadığını test etmek için kullanılan ANOVA testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Ön-test DTS betimsel istatistikleri ve ANOVA testi sonuçları

Ölçüm	Grup 1(G1)			Grup 2 (G2)			Grup 3 (G3)			F	p
	N	AO	SS	N	AO	SS	N	AO	SS		
VHGAT	24	6,96	2,14	26	7,04	2,07	22	6,95	1,89	0,13	0,987

Alınan sonuçlar incelendiğinde her üç grubun DTS’de birbirine yakın ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Her üç grup da yaklaşık olarak 18 üzerinden 7 ortama değerine sahiptir. Ortalamalar arasındaki farklılığı sorgulamak adına yapılan F testi sonucuna ($p < .05$) göre öğrenciler ön-testte dörtgenleri tanımlamaları bakımından birbirine denk düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak daha açıklayıcı olması açısından her bir dörtgenin tanımlanma türü (hiyerarşik, ekonomik vs.) sayısı, tanımlamalara ilişkin betimsel

istatistikler ve yapılan doğru, yetersiz ve yanlış tanımlamalara yönelik yüzdeler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Tanımlama türlerinin ön-testte çokgenlere göre dağılımı

Çokgen Türü	Grup	Doğru Tanımlama			DTY %	Yetersiz Tanımlama			YeTY %	Yanlış Tanıml.	YaTY %
		HT	ET	EOT		KT	ÖEKT	ÖT			
D	G1	1	-	7	33,33	-	7	5	50	4	16,67
	G2	2	-	5	26,92	-	12	6	69,23	1	3,85
	G3	-	-	6	27,27	-	11	4	68,18	1	4,55
Y	G1	-	-	1	4,17	1	-	2	12,5	20	83,33
	G2	-	-	1	3,85	1	5	-	23,08	19	73,08
	G3	-	-	-	-	-	6	-	27,27	16	72,73
PK	G1	-	2	5	29,17	1	12	1	58,33	3	12,5
	G2	-	3	9	46,15	-	7	-	26,92	7	26,92
	G3	2	2	3	31,82	-	11	1	54,55	4	18,18
DD	G1	-	-	9	37,5	6	4	2	50	3	12,5
	G2	-	1	5	23,08	10	5	2	65,38	3	11,54
	G3	-	-	8	36,36	9	3	-	54,55	2	9,09
ED	G1	-	5	3	33,33	1	8	5	58,33	2	8,33
	G2	-	4	4	30,77	-	8	7	57,69	3	11,54
	G3	-	5	2	31,82	-	10	5	68,18	-	-
K	G1	-	2	8	41,67	-	14	-	58,33	-	-
	G2	-	5	9	53,85	-	9	-	34,62	3	11,54
	G3	-	4	4	36,36	-	14	-	63,64	-	-

Tablo 6’da yapılan tanımlama sayılarının gruplara dağılımı kimi dörtgen türlerinde birbirine çok yakınken kimi dörtgen türlerinde ise daha fazla farklılık göstermiştir. ANOVA testi sonuçlarına göre ön-test DTS’de grupların ortalamaları istatistiksel olarak birbirine denk olması ve tanımlamada yapılan hataların genellikle her üç grup için de ortak olması sebebiyle her bir dörtgen türüne yönelik nitel örnekler grup ayrımı yapılmadan verilmiştir.

- Ön-testte dörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- Dört kenarlı olan kapalı şekil.
- 2- Dört tane kenarı ve köşesi olan dörtgen denir.
- 3- 4 kenarlı ve 4 köşesi olan bütün çokgenler.
- 4- Dört kenarlı eşit olan şekildir.
- 5- Dört noktadan oluşturabileceğimiz şekillere dörtgen denir.
- 6- 4 kenarlı çokgenlere dörtgen denir.
- 7- kullanılmış silgiye benzer şekli vardır.
- 8- Bütün 4 kenarlı şekillere denir.
- 9- Dört kenarlı olan kenar uzunlukları aynı ya da farklı çokgendir.
- 10- 4 kenarlı olan açıları ve kenarları eşit olmayan şekillerdir.

Dörtgene yönelik yapılan tanımlamada çok az sayıda öğrenci doğru bir tanımlama yapabilmiştir (3,6,9 gibi). Yetersiz tanımlama yapan öğrenciler çokgen terimini kullanmamış veya dörtgenin kapalı ve aynı anda kenarlarının doğru parçalarından oluştuğunu tanımlamalarında belirtmemiştir (1,2,4,5,8,10 gibi). Yetersiz tanımlama yapan çoğu öğrenci dörtgenin özelliklerini eksik belirtirken az sayıda öğrenci özel dörtgenleri tanımlamalarında tasvir etmiştir (4 gibi). Konu dışına çıkarak yanlış tanımlama yapan öğrenci sayısı ise oldukça azdır (7 gibi).

- Ön-testte yamuğa yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- Belirsiz, kenarları hiç düzeyden çizilmeyen şekillere yamuk denir.
- 2- Bazen karşılıklı kenarları paralel olan, iç açıları toplamı 360° olan şekle denir.
- 3- Karşılıklı 2 kenarı birbirine paralel dörtgendir.

- 4- Kenarları birbirine eşit olmayan geometrik şekile yamuk denir.
- 5- Açılırları toplamı 360° olan kapalı şekile yamuk denir.
- 6- 4 kenarı, 4 köşesi, 4 açısı olan çokgendir. Sadece bir tara karşılıklı, kenarı paraleldir.
- 7- Kenar uzunlukları birbirinden farklı belirli, kesin bir şekli olmayan çokgendir.
- 8- Kenar sayıları çok ve kenar uzunlukları farklı olan çokgendir.
- 9- 4 kenarlı açılırları ve kenarları birbirine eşit olmayan şekillerdir.
- 10- En az bir kenar çifti birbirine paralel olan dörtgenlere yamuk denir.

Yamuğa dair yapılan tanımlamalarda çalışma grubundan yalnızca ikisi doğru bir tanımlama (10 gibi) yapabilmiş iken az sayıda öğrenci ise yamuğu yetersiz bir şekilde tanımlamıştır (2,3,5,6 gibi). Bunun dışında öğrencilerin büyük çoğunluğu yamuğu yanlış bir şekilde tanımlamıştır (1,4,7,8,9 gibi). Öğrencilerin cevapları incelendiğinde bazı öğrenciler yamuğun kenar sayısını dörtten farklı rakamlarla ifade ettikleri bazılarının da kenarlarının eğrisel olacağı yönünde tanımlama oluşturdukları görülmektedir. Ayrıca, kenarlar uzunlukları veya açı ölçüleri arasında ilişki bulunmaması kimi öğrenciler için yamuğun tanımlanmasında kullanılmıştır. Yamuk öğrencilerin ön-test DTS'de en düşük performans gösterdiği çokgen türüdür.

- Ön-testte paralelkenara yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- En az iki kenarı paralel olan çokgendir.
- 2- Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan çokgenlerdir.
- 3- 4 kenar, 4 köşesi olan ve karşılıklı kenarları paralel olan çokgendir.
- 4- Paralelkenarın 4 kenarında birbirine paralel olmalıdır.

- 5- Birbirini paralel olarak kesen şakittir.
- 6- Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan boğen de eşkenar dörtgen olan bir dörtgen.
- 7- Karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan çokgendir.
- 8- İki kenarın birbirine karşılıklı eğik olarak çizilişine paralelkenar denir.
- 9- Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenlere paralelkenar denir.
- 10- Karşılıklı kenarları birbirine paralel ve eşit olan karşı açılarda birbirine eşit olan dörtgenlerdir.

Paralelkenara dair yapılan tanımlamalarda bir grup öğrenci doğru bir tanımlama yapabilmiştir (3,6,9,10 gibi). Yapılan yetersiz tanımlamalarda ise en sık karşılaşılan durum paralelkenarın çokgen olarak ifade edilmesi ve buna bağlı olarak kenar sayısının değişkenliği manasına gelebilecek tanımlamalar yapılmasıdır (1,2,7 gibi). Örneğin 7 numaralı tanımda kullanılan ifade düzgün altıgen için de sağlanabildiğinden paralelkenar için yetersiz bir tanımlama olarak karşımıza çıkmıştır. Bunun dışında kimi öğrenciler ise tanımlamasında paralellik ifadesini kullanmasına rağmen yanlış tanımlama oluşturmuşlardır (4,5,8 gibi).

- Ön-testte dikdörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- Karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan, açıları 90° olan çokgendir.
- 2- Her bir açısı 90° olan fakat eşkenar bir dörtgen olmayan şekle dikdörtgen denir.
- 3- 2 uzun 2 kısa kenardan oluşan dörtgene dikdörtgen denir.
- 4- Açılarının hepsi 90° olup karşılıklı kenarları birbirine eşit olan çokgenlere dik dörtgen denir.

- 5- Kısa kenarları birbirine eşit ve uzun kenarları da birbirine eşit olan ve de iç açıları 90 olan şekle denir.
- 6- Dört kenarı olan ve kenarları dik olan bir geometrik şekildir.
- 7- Kısa ve uzun kenarı olan açılar dik olan dörtgene dikdörtgen denir.
- 8- İki uzun ve iki kısa kenarının uzunluğu birbirine eşit olan dörtgene denir.
- 9- 4 kenarlı ve 4 köşeli olan kenar uzunlukları farklı bir şekildir.
- 10- Karşılıklı kenarları birbirine eşit olan dört kenarlı bir çokgendir.

Dikdörtgene dair yapılan doğru tanımlamalarda hemen hemen öğrencilerin tamamı şeklin birden fazla özelliğini belirterek ekonomik olmayan tanımlama yapmışlardır (1,4,6 gibi). Doğru tanımlama oluşturan öğrencilerin büyük çoğunluğu dikdörtgenin açılarının dikliğini ve karşılıklı kenar uzunluklarının eşliğini tanımlamalarında kullanmışlardır (1, 4 gibi). Yetersiz tanımlamada göze çarpan durum ise öğrencilerin dikdörtgen için uzun ve kısa kenar çiftlerinin olacağını ifade etmeleri olmuştur. Bu öğrenciler yaptıkları kapsamayan tanımlama ile dikdörtgenin açılarının dik olacağını kabul etmelerine karşılık komşu kenar çiftlerinin eşit olamayacağını belirtmişlerdir (2,5,7 gibi). Kimi öğrenciler ise (10 gibi) dikdörtgenin özelliklerini eksik ifade etmiştir. Yanlış tanımlama yapan öğrencilerin bir kısmı yine dikdörtgenin uzun ve kısa kenarlarının olacağını ifade etmiştir. Örneğin tanım 8'de öğrencinin yaptığı bu tanımlama genel bir deltoid için de geçerli olabileceğinden dikdörtgen için yanlış bir tanımlama olmuştur. Yanlış tanımlama yapan diğer öğrenciler ise (9 gibi) dikdörtgen için geçerli olmayan tanımlamalar yapmıştır.

- Ön-testte eşkenar dörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- Kenarları birbirine eş olan dörtgene eşkenar dörtgen denir.
- 2- Yalnızca karşılıklı kenarları eşit olan dörtgenlere eşkenar dörtgen denir.
- 3- Bütün kenarları eş olan dörtgenlere eşkenar dörtgen denir.

- 4- Tüm kenarları birbirine eşit olup karşılıklı açıları birbirine eşit olan çokgenlere eşkenar dörtgen denir.
- 5- Bütün kenarları eşit fakat açılarında değişim gösterebilen dörtgenlere denir.
- 6- Her kenarı eşit olan şekildir.
- 7- Karşılıklı kenarları birbirine paralel, kenar uzunlukları eşit, bir iç açısı 90° olan şekle denir.
- 8- Karşılıklı kenarları birbirine eş dörtgendir.
- 9- Bütün kenarları eş olan dik dörtgen denir.
- 10- Dört kenarı eşit olan dörtgendir. İç açıları 360° dir.

Eşkenar dörtgene yapılan ekonomik tanımla sayısı diğer dörtgen türlerine göre daha fazladır. Eşkenar dörtgene yönelik yapılan doğru tanımlamalarda ise öğrenciler eşkenar dörtgenin kenar uzunluklarının birbirine eşit olacağını ifade ederek bu yönde tanımlamalar oluşturmuştur (1,3,5,10 gibi). Fakat bazı öğrenciler eşliği ifade etmelerine karşın kenar sayısını belirtmeyerek yetersiz tanımlama oluşturmuştur (4,6 gibi). Örneğin tanım 6'da geçen ifade düzgün çokgenleri de içinde barındırır, bu sebeple eşkenar dörtgen için yapılmış bu tanımlama yetersizdir. 8 numaralı tanımda eşkenar dörtgen örnekleri gösterilebilmesinin yanı sıra genel paralelkenar örneklerini de kapsadığından özellikleri eksik kullanılan bir tanımlama türü olarak karşımıza çıkmıştır. Bu kategoride yer alan başka bir durum ise eşkenar dörtgenin doğrudan kare ile tanımlanmasıdır (7,9 gibi). Bunun dışında kimi öğrenciler ise eşkenar dörtgen için geçerli olmayan özellikleri ihtiva eden yanlış tanımlama yapmışlardır (2 gibi).

- Ön-testte kareye yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

- 1- Birbirine eşit 4 kenarı, 4 köşesi olan ve iç açılarının toplamı 360° olan dörtgendir.
- 2- Her bir kenarı ve açısı birbirine eşit olan çokgene kare denir.

- 3- Dört kenarı birbirine eşit, tüm açıları 90° olan dörtgene denir.
- 4- Kenar uzunlukları eşit, açıları 90° olan çokgendir.
- 5- Tüm kenarları eşit olan dörtgenlere kare denir.
- 6- Bütün kenarları birbirine eşit, iç açıları 90° , köşegenleri dik kesişen şekle kare denir.
- 7- Dört kenarı olan ve bütün kenarları birbirine eşit olan bir geometrik şekildir.
- 8- 4 kenarı ve 4 köşesi olan ve kenarları eşit olan bir şekildir.
- 9- Karenin eşit dört kenarı var paraleldir.
- 10- Bütün açıları 90° bütün kenarları birbirine dik karşılıklı kenarları birbirine paralel dörtgendir.

Kare için yapılan doğru tanımlamaların hepsinde karenin kenarlarının dikliği ve eşliği öğrenciler tarafından dile getirilmiştir. Kimi öğrenciler yalnızca bu iki özelliği kullanarak ekonomik bir tanımlama oluştururken (3,4 gibi) kimi öğrencilerin ek özellikler vererek ekonomik olmayan tanımlama (6,10 gibi) yaptığı görülmüştür. Yetersiz tanımlama yapan öğrencilerin çoğu karenin kenarların eşliğini ifade ederken dikliğini ifade etmemişlerdir (1,5,7,8 gibi). Bazı öğrenciler ise karenin kenarlarının dikliğinden ve eşliğinden bahsetmesine rağmen kare için farklı anlama gelebilecek sıfat kullanması nedeniyle yetersiz tanımlama yapmıştır. Örneğin tanım 2'de geçen ifade kare için geçerli olduğu halde kullanılan çokgen terimi düzgün beşgen vs. için de geçerli olduğundan yetersiz bir tanımlamaya neden olmuştur. Bunun dışında az sayıda öğrenci kare için geçerli olmayan özellikleri tanımlamalarında kullanarak (9 gibi) yanlış tanımlama yapmıştır.

Öğrencilerin ön-testteki tanımlamalarına genel olarak bakıldığında, tanımlama oluştururken kullandıkları şekil, çokgen gibi terimler başka geometrik şekilleri de ihtiva ettiğinden öğrencilerin genellikle yanlış veya yetersiz tanımlama oluşturmalarına neden olmuştur. Bunun dışında dörtgenlerin ekonomik ve ekonomik olmayan şekliyle tanımlandığı görülürken, yapılan hiyerarşik tanımlama sayısı oldukça azdır. Öğrenciler

sırasıyla dörtgenleri yetersiz ve doğru tanımlama ile tasvir ederken yamukta büyük bir farkla yanlış tanımlama örnekleri ile karşılaşmıştır. En doğru şekilde tanımlanan dörtgen türü ise karedir.

Dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin dörtgenleri tanımlayabilmeleri yönünden etkililiğini belirlemede son-test olarak gruplara uygulanan DTS ile ilgili betimsel istatistikler Tablo 7’de verilmiştir. İlgili tablo incelendiğinde Grup 1 ve Grup 2’nin ortalamaları birbirine oldukça yakın görünürken Grup 3’ün ortalaması diğer gruplara nazaran daha düşüktür. Grupların dörtgen türlerine dair yaptıkları tanımlama türleri grup ortalamalarını açıklayıcı etkiye sahiptir. Bu sebeple Tablo 6’da sunulan ön-test tanımlama türlerinin çokgenlere göre dağılımına benzer olarak tanımlama türlerinin son-testte çokgenlere göre dağılımı Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Son-test DTS betimsel istatistikleri

Ölçüm	Grup 1					Grup 2					Grup 3				
	N	AO	SS	Min	Mak	N	AO	SS	Min	Mak	N	AO	SS	Min	Mak
DTS	24	10,71	2,12	7	14	26	11,04	2,47	4	14	22	8,41	2,65	4	12

Tablo 8. Tanımlama türlerinin son-testte çokgenlere göre dağılımı

Çokgen Türü	Grup	Doğru Tanımlama			DTY %	Yetersiz Tanımlama			YeTY %	Yanlış Tanıml.	YaTY %
		HT	ET	EOT		KT	ÖEKT	ÖT			
D	G1	-	2	7	37,5	-	8	6	58,33	1	4,17
	G2	3	-	2	19,23	-	12	6	69,23	3	11,54
	G3	-	-	5	22,73	-	14	2	72,73	1	4,54
Y	G1	2	-	4	25	2	7	4	54,17	5	20,83
	G2	8	-	5	50	2	1	-	11,54	10	38,46
	G3	1	-	1	9,09	1	3	-	18,18	16	72,73
PK	G1	-	9	11	83,33	1	2	1	16,67	-	-
	G2	-	13	10	88,46	1	1	-	7,69	1	3,85
	G3	-	8	2	45,45	1	8	1	45,45	2	9,1

Tablo 8'in devamı

DD	G1	-	3	13	66,67	3	5	-	33,33	-	-
	G2	-	5	12	65,38	3	5	-	30,77	1	3,85
	G3	-	2	8	45,45	3	7	2	54,55	-	-
ED	G1	-	10	9	79,17	-	4	1	20,83	-	-
	G2	-	11	11	84,62	-	1	2	11,54	1	3,846
	G3	-	7	3	45,45	-	7	1	36,36	4	18,18
K	G1	-	6	10	66,67	-	8	-	33,33	-	-
	G2	1	8	11	76,92	-	4	-	15,38	2	7,69
	G3	-	7	5	54,55	-	10	-	45,45	-	-

Tablo 8'de yapılan tanımlama sayılarının gruplara dağılımında, Grup 2 diğer gruplara göre genellikle daha yüksek düzeyde doğru cevaplama yüzdesine sahip olmuştur. Grup 2'nin ardından sırayı Grup 1 alırken Grup 3 genellikle en düşük doğru cevaplama yüzdesine sahip olmuştur. Çalışma kapsamındaki her bir çokgen türüne yönelik grupların yaptıkları yaygın tanımlamalar ise ayrı bölümler halinde örneklendirilmiştir.

- Son-testte dörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Bütün dört kenarlı şekillere denir.
- 2- korsüklü kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel olan 4 kenarlı şekillere denir.
- 3- Dörtgen, dört kenarlı düz kapalı şekillere denir.
- 4- 4 kenarlı 4 köşesi 4 açısı olan çokgendir.

Grup 1'in dörtgene dair tanımlamalarında genellikle yetersiz tanımlama yapılmıştır. Yetersiz tanımlama yapan öğrencilerin çoğu 1'deki gibi çokgen terimini kullanmaksızın dörtgenin dört kenarı olduğunu belirtmiştir. Ancak şeklin kapalı olması ve kenarlarının doğrusal olmasını barındırmayan bu tanımlama dörtgen için yetersizdir. Bunun dışında

yetersiz tanımlamaya dair diğer karşılaşılan durum 2'deki gibi özel dörtgen türlerinin dörtgen başlığı altında tanımlanmasıdır. Buna karşılık Grup 1'de doğru tanımlamalardan hiyerarşik tanımlamaya rastlanmazken 3'deki gibi ekonomik ve 4'deki gibi ekonomik olmayan tanımlamalar ile karşılaşmıştır.

Grup 2:

- 1- Karşılıklı kenarları birbirine paralel, açıları 90° olan şekil
- 2- Dört tane kenarı olan şekillere dörtgen denir.
- 3- 4 kenarlı iç açıları toplamı 360° olan tüm çokgenlerdir.
- 4- Dört kenarı olan çokgenlere dörtgen denir.

Grup 1'e benzer olarak Grup 2'de de dörtgene dair yetersiz tanımlamalar ile karşılaşmıştır. Öğrenciler yaptıkları dörtgen tanımlamalarında dört kenarı olduğunu belirtmelerine rağmen kapalı ve kenarlarının doğrusal olduklarını belirtmemişlerdir (2 gibi). Bunun yanı sıra yetersiz tanımlamada kare, dikdörtgen gibi özel dörtgenleri tanımlayan öğrenciler olmuştur (1 gibi). Grup 2'de doğru tanımlamalardan ekonomik tanımlamaya rastlanmazken 4'deki gibi hiyerarşik ve 3'deki gibi ekonomik olmayan tanımlamalar ile karşılaşmıştır.

Grup 3:

- 1- Dört kenarı olan kapalı şekle dörtgen denir.
- 2- Dört tane köşesi ve kenarı olan şekillere dörtgen denir.
- 3- 4 kenarı ve 4 açısı olan iç açıları toplamı 360° olan her şekil dörtgendir.

Dörtgenin özelliklerinin yetersiz ifade edilmesi deney gruplarına benzer gerekçelerle kontrol grubu G3'de de görülmüştür. Kontrol grubunda doru tanımlamalardan hiyerarşik ve ekonomik tanımlamalara rastlanmazken 3'deki gibi ekonomik tanımlamalarla karşılaşmıştır.


- Son-testte yamuğa yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Dört kenarı ve dört köşesi vardır. Belirli şekilleri yoktur.
- 2- 4 kenarı ve 4 açısı vardır. Kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel dörtgendir.
- 3- 4 kenarı 1 çift kenarı paralel olan çokgendir.

Yamuğa dair daha çok yetersiz tanımlama yapılmıştır. Yetersiz tanımlamada çoğunlukla yamuğun paralellik özelliğine değinilmiştir (3 gibi). Bunun dışında yanlış tanımlama olarak 1'dekine benzer tanımlamalar yapılmıştır. 4 öğrenci yamuğu 2'deki gibi ekonomik olmayan tanımlama ile tasvir ederken, 2 öğrenci yamuğu hiyerarşik olarak tanımlamıştır.

Grup 2:

- 1- En az bir kenar çifti birbirine paralel olan, kenar açıları toplamı 180° olan dörtgenlerdir. 
- 2- Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri birbirine paralel olan dörtgene denir.
- 3- Dört kenarı olan bazen 1 kenarı paralel olan. Tüm kenarları farklı olan dörtgenlere denir.

Grup 2'de 10 öğrenci yamuğu yanlış tanımlamıştır. Grup 1'dekine benzer tanımlamalar ile bu grupta da karşılaşılmıştır. 3 gibi bazı öğrenciler yamukta paralellikten bahsetmesine rağmen tüm kenarlarının farklı olması gibi yamukta olmayan özellikleri tanımlamalarında kullanmıştır. Grup 2'de 13 öğrenci yamuğa dair doğru bir tanımlama oluşturmuştur. Bunlardan sekizi 2'deki gibi hiyerarşik tanımlama oluştururken beşi 1'deki gibi ekonomik olmayan tanımlama yapmıştır.

Grup 3:

- 1- 4 kenarının açılarında birbirine farklı olan şekillerdir.
- 2- Bütün kenar uzunlukları farklı olduğu ama bazen karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgene denir.
- 3- Kenarlarından en az biri birbirine paralel olmalıdır ve 4 kenarlı olması gerekir.
- 4- Dört kenarlı olan geometrik şekillere yamuk denir.

Grup 3 deney gruplarından farklı olarak daha ziyade yanlış tanımlama oluşturmuştur. Yanlış tanımlamalarda geçen ifadeler yamuğun kenar uzunluklarının, açılarının vs. farklı olmaları yönündedir (1,2 gibi). 2 gibi bazı öğrenciler ise paralellikten bahsetmesine rağmen yanlış tanımlama yapmaktan kaçınamamışlardır. Kimi öğrenciler ise yamuğun dörtgen olduğu anlamına gelmeyen 4'deki gibi ifadeler kullanmışlardır. Bunun dışında az sayıda öğrenci yamuğu yetersiz veya doğru tanımlayabilmiştir.

- Son-testte paralelkenara yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Karşılıklı kenarları paralel olan dörtgendir.
- 2- karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenlere denir.
- 3- Karşılıklı kenarları birbirine paralel karşılıklı açıları birbirine eşit olan dört kenarlı şekildir.
- 4- Karşılıklı kenarları birbirine paralel dört kenarlı şekillere denir. İçeri açıların toplamı 180° 'dir.

Grup 1'in büyük bir çoğunluğu paralelkenarı doğru bir şekilde tanımlamıştır. 20 adet doğru tanımlamadan 9'u ekonomik iken 11'i ekonomik olmayan tanımlama olmuştur.

Ekonomik tanımlama yapan öğrencilerin cevapları 1 ve 2'deki gibi birbirilerine çok benzerdir. 2 ve 4'deki gibi ekonomik olmayan tanımlama yapan öğrenciler dörtgenin paralelliğinden bahsetmesine rağmen ekstra özellikler sunmuştur. Paralelkenarda hiçbir öğrenci yanlış tanımlama yapmazken 4 öğrenci yetersiz tanımlama yapmıştır.

Grup 2:

- 1- Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenlere paralelkenar denir.
- 2- Karşılıklı kenarları ve açıları birbirine eşit olan dörtgenlerdir.
- 3- Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olan dörtgenlere denir.

Paralelkenarda Grup 2'de Grup 1'e benzer sonuçlar elde edilmiştir. Öğrencilerin çoğu paralelkenarı doğru tanımlamıştır. Paralelkenarı ekonomik olarak tanımlayan öğrenciler ya karşılıklı kenarlarının paralelliğini (1 gibi) ya da eşliğini (3 gibi) tanımlamasında kullanırken ekonomik olmayan tanımlama yapan öğrenciler ise (2 gibi) paralelkenarı için ekstra özellikler belirtmiştir.

Grup 3:

- 1- Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenlere denir.
- 2- Karşılıklı kenarları ve açıları birbirine eşit olan geometrik şekil.
- 3- Kenarları birbirine paralel olan, paralel kenarları birbirine eşit olan şekle paralel kenar denir.
- 4- Karşılıklı kenarları paralel olan dörtgenlere paralel kenar denir.

G3'de ise paralelkenar için daha çok yetersiz tanımlama yapılmıştır (11 öğrenci). Yetersiz tanımlama yapılma sebebini, paralelkenar için genellikle dörtgen terimi kullanılmayarak geometrik şekil, şekil gibi ifadelerin kullanılması oluşturmuştur. Bunun dışında 10 öğrenci paralelkenarı doğru tanımlamıştır. Bunları sekizi 1 ve 4'deki gibi hiyerarşik tanımlama yaparken ikisi ekonomik tanımlama yapmıştır.

- Son-testte dikdörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olan açılırlı dik açılı olan dörtgenlere denir.
- 2- 4 kenarı da birbirine dik olan geometrik şekildir.
- 3- Karşılıklı kenarları birbirine eşit dörtgenlere denir.

Grup 1'deki öğrenciler çoğunlukla dikdörtgeni doğru bir şekilde tanımlamıştır. Doğru tanımlama içerisinde 13 öğrenci ekonomik olmayan tanımlama (1 gibi) yaparken 3 öğrenci ise ekonomik tanımlama (2 gibi) yapmıştır. Yanlış tanımlama yapan öğrenciye Grup 1'de rastlanmazken öğrencilerin az bir kısmı 3 gibi yetersiz tanımlama yapmışlardır.

Grup 2:

- 1- Karşılıklı kenarları birbirine eşit ve paralel olan ve tüm açıları 90° olan şekillere denir.
- 2- Karşılıklı kenarları ve açıları birbirine eşit olan ve açıların herbiri 90° olan eşkenar olmayan dörtgenlere dikdörtgen denir.
- 3- Uzun ve kısa kenarları olan uzun uzuna kısa kısaya paralel olan dörtgene denir.
- 4- Tüm açıları 90° olan dörtgenlere dikdörtgen denir.

Grup 2'de de en çok doğru tanımlama yapılmıştır. Doğru tanımlamalar içerisinde 12 öğrenci ekonomik olmayan tanımlama (1 gibi) yaparken 5 öğrenci ekonomik tanımlama yapmıştır (4 gibi). Bunun dışında az sayıda öğrenci dikdörtgeni yetersiz tanımlamıştır. Bunlardan üçü 2'deki gibi kapsamayan tanımlama yapmışken beşi 3'deki gibi özellikleri eksik bir tanımlama yapmıştır.

Grup 3:

- 1- Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olan dörtgendir.
- 2- Sadece karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan ve tüm açıları 90° olan dörtgenlerdir.
- 3- Karşılıklı kenar uzunlukları eşit ve açılarında 90° olan şekillerdir.
- 4- Açıları 90° olan şekillere denir.

Kontrol grubu deney gruplarının aksine dikdörtgende daha çok yetersiz tanımlama yapmıştır. Bunlardan altısı 1'deki gibi özellikleri eksik tanımlama, üçü 2'deki gibi kapsamayan tanımlama ve ikisi özel tanımlama yapmıştır. Grup 3'de yanlış tanımlama yapan olmazken 10 öğrenciden 2'si dikdörtgene dair ekonomik olmayan bir tanımlama (3 gibi) yapmışken 2'si ekonomik tanımlama yapmıştır (4 gibi).

- Son-testte eşkenar dörtgene yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit dörtgendir.
- 2- Tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olan, karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenlere denir.
- 3- Bütün kenarları birbirine eşit dörtgenlere denir.

Eşkenar dörtgene dair Grup 1, 10'u ekonomik 9'u ekonomik olmayan olmak üzere toplamda 19 adet doğru tanımlama yapmıştır. Ekonomik tanımlama yapanların hepsi 3'deki gibi kenarlarının eşliğini tanımlamasında kullanırken, ekonomik olmayan tanımlamalarda (2'deki gibi) ise kenar eşliği yanında paralellik, açı eşliği gibi ek özelliklerin kullanıldığı görülmüştür. Bunun dışında az sayıda öğrenci ise 1'deki gibi yetersiz tanımlama yapmıştır.

Grup 2:

- 1- Kenarları birbirine eş olan dörtgenlere eşkenar dörtgen denir.

- 2- Bütün kenar uzunlukları birbirine eşit olan ve karşılıklı kenar çiftleri paralel olan dörtgene denir.
- 3- Bütün kenarları birbirine eşit olan açılı farklılık gösterebilen dörtgenlerdir.
- 4- Tüm kenar uzunlukları eş olan dörtgenlere eşkenar dörtgen denir.

Grup 1'dekine benzer durum Grup 2'de de karşımıza çıkmıştır. Doğru tanımlamalardan 11 öğrenci eşkenar dörtgeni ekonomik (1 ve 4 gibi), 11 öğrenci ise ekonomik olmayacak şekilde tanımlamıştır (2 ve 3 gibi). Toplamda 3 öğrenci yetersiz tanımlama yaparken 1 öğrenci yanlış tanımlama yapmıştır.

Grup3:

- 1- Bütün kenar uzunlukları birbirine eşit olan dörtgen.
- 2- Karşılıklı kenarları paralel tüm kenarları eşit olan dörtgene denir.
- 3- Bütün kenarlar sabitleri birbirine eşit olan dörtgenler.
- 4- Kenarları eş olan geometrik şekillere eşkenar dörtgen denir.

Grup 3 de deney gruplarına benzer olarak eşkenar dörtgeni en fazla doğru tanımlamıştır. Doğru tanımlamalardan 7'si ekonomik iken (1 ve 3 gibi), 3 öğrenci ekonomik olmayan tanımlama yapmıştır (2 gibi). Yetersiz tanımlamalardan 7 öğrenci eşkenar dörtgenin özelliklerini eksik belirtmiştir. Örneğin 4'de kullanılan geometrik şekil ifadesi eşkenar dörtgeni kapsamamasına eşkenar dörtgen dışındaki şekilleri de barındırması sebebiyle yetersiz tanımlama olarak ele alınmıştır. 4 öğrenci ise eşkenar dörtgeni yanlış tanımlamıştır.

- Son-testte kareye yönelik yapılan tanımlama örnekleri:

Grup 1:

- 1- Bütün kenarları birbirine eşit şekillere denir.

- 2- Açıları 90° olan ve tüm kenar uzunlukları birbirine eşit ve karşılıklı kenarları birbirine paralel olan şekillere denir.
- 3- Tüm kenarları eşit olan tüm açıları 90° olan çokgendir.
- 4- Açıları 90° olan şekildir.

Kareye dair yapılan tanımlamalarda en fazla doğru tanımlama yapılmıştır. Doğru tanımlamadan ekonomik olanda (3 gibi) karenin kenarlarının eşliği ve açılarının dikliği dile getirilirken ekonomik olmayan tanımlamada (2 gibi) bu özellikler dışında paralellik vs. kullanılmıştır. 8 öğrenci ise kareyi özellikleri eksik olarak tanımlamıştır. Bu tarz tanımlama oluşturan öğrencilerden kimisi 1'deki gibi karenin yalnızca kenarlarının eşliğini dile getirirken kimisi 42deki gibi karenin yalnızca dikliğine vurgu yapmıştır.

Grup 2:

- 1- Dört kenarı olan ve kenar uzunlukları eşit olan bir şekil.
- 2- Bütün kenarları birbirine eşit bütün açıları birbirine eşit ve 90° olan dörtgendir.
- 3- Tüm açıları 90° ve tüm kenarları eşit olan çokgene kare denir.
- 4- Dört açısı birbirine eşit olan eskenor dörtgene (Kare) denir.

Grup 2'de de kare en fazla doğru olarak tanımlanmıştır. Grup 1'den farklı olarak yalnızca bir öğrenci 4'teki tanımlamayı yaparak kareyi hiyerarşik tanımlamıştır. Ekonomik ve ekonomik olmayan tanımlamalar Grup 1'deki gerekçelerle aynıdır. 4 öğrenci ise karenin özelliklerini eksik belirterek (1'deki gibi) yetersiz tanımlama oluşturmuştur.

Grup 3:

- 1- Bütün kenarları birbirine eşit olan bütün açıları 90° olan karşılıklı kenarları paralel olan dörtgen
- 2- Bütün kenar uzunlukları ve açıları birbirine eşit olan dörtgene denir.

3- *Bütün kenarları eşit olan şekle kare denir.*

4- *Bütün kenarları ve açı ölçüleri birbirine eşit olan şekillere kare denir.*

Grup 3’de 12 öğrenci kareyi doğru olarak tanımlanmıştır. 7 öğrenci karenin diklik ve eşlik özelliğine kullanarak kareyi ekonomik olarak tanımlarken (2 gibi), 5 öğrenci kareyi ekonomik olmayan tanımlama ile tasvir etmiştir (1 gibi). 4 öğrenci ise karenin özelliklerini eksik belirterek (1’deki gibi) yetersiz tanımlama oluşturmuştur. 10 öğrenci ise 3 ve 4’deki gibi kareyi açıklamak için yetersiz sayılabilecek özellikler kullanmıştır.

Testin genel sonuçlarına bakıldığında (Tablo 5 ve 7) grupların son-test DTS’de ön-testteğine göre daha yüksek bir ortalama ile tanımlama yaptıkları görülmektedir. Bu ön-test son-test DTS puanları arasındaki ortalama farkının istatistiksel sorgulaması puanlara uygulanan bağımlı t testi ile sorgulanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Grupların DTS ön-test ve son-test puanlarına uygulanan bağımlı T testi sonuçları

Ölçüm	Grup 1			Grup 2			Grup 3		
	sd	t	p	sd	t	p	sd	t	p
DTS	23	-6,350	0,000	25	-8,944	0,000	21	-2,214	0,038

Her grubun DTS ön-test son-test puanlarına uygulanan bağımlı T testi sonuçlarına göre (Tablo 9) her üç grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık çıkmıştır ($p < .05$). Yani her üç grupta da öğrenim gören öğrenciler ön-testteki tanımlamalarını geliştirerek son-testte daha iyi tanımlamalar yapmıştır. Ancak bu üç öğrenme ortamının ikili olarak karşılaştırılıp grupların DTS puanları arasındaki istatistiksel farklılığı sorgulamak adına alınan son-test puanlarına Kovaryans Analizi (ANCOVA) uygulanmıştır (Tablo 10). Bu bağlamda son-testin DTS’ye ortak değişken (covariate) olarak ön-test DTS atanmıştır.

Tablo 10’da sunulan ANCOVA sonuçlarına göre grupların DTS ($F[2,69] = 8,473$, $p = 0,001$) puanları arasında farklılıklar görülmektedir. Benfroni çiftleri karşılaştırıldığında deney gruplarının (G1 ve G2) dörtgenleri tanımlama düzeyleri bakımından birbirine eşit olduğu görülmektedir ($p > .05$). Buna karşılık kontrol grubu deney grupları ile birebir karşılaştırıldığında deney gruplarının istatistiksel olarak üstünlüğü görülmektedir. Bu ise

dinamik geometri ortamlarında çalışan öğrencilerin dörtgenleri tanımlamada daha yeterli olduklarını göstermiştir. Diğer yandan dinamik geometri ortamlarının farklı kullanımı ile (bağımsız yapılandırılmış veya yarı-yapılandırılmış) sunulan öğrenme ortamları arasında öğrencilerin dörtgenleri tanımlamaları bakımından istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür.

Tablo 10. Son-test DTS Kovaryans (ANCOVA) Analizi Sonuçları

Ölçümler	F	sd	p	Bonferroni çiftlerinin karşılaştırılması		İlişki
				AO Farkı	p	
DTS	8,473	2	0,001			
G1 ve G2				-0,296	1,000	
G2 ve G3				2,593	0,001	G2>G3
G1 ve G3				2,296	0,004	G1>G3

3.1.2. Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin dörtgenleri hiyerarşik olarak sınıflandırmaları açısından etkililiği ön-test ve son-test olarak aldıkları Dörtgenler Arası İlişkiler Sınavı (DAİS) ve bu sınavda yer alan Sınıflandırma Bölümü (SB), Özellikler Bölümü (ÖB) ve Mantıksal Çıkarım Bölümü (MÇB) ile test edilmiştir. Son-test sınavında ayrıca Hiyerarşik Şema Sınavı (HŞS) aynı araştırma problemi kullanılmıştır.

Her üç grubun DAİS ve bölümlerine ön-testte verdiği cevapların aritmetik ortalaması (AO), standart sapması (SS), testlerden alınan minimum (Min) ve maksimum (Mak) değerler Tablo 11'd verilmiştir. Tablo 11'de sunulan sonuçlar incelendiğinde her bir grupta DAİS ve bölümlerine verilen cevapların ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ancak daha açıklayıcı olabilmesi için öğrencilerin DAİS'de yer alan her bir bölümdeki maddelere verilen cevapların betimsel istatistikleri testin bölümlerine göre ayrı tablolarda sunulmuştur. Bu anlamda testin her bir maddesinin ortalaması ve maddenin doğru cevaplanma yüzdesi $((AO/Maks.puan) \times 100)$ verilmiştir. Öğrencilerin sınıflandırma bölümüne verdikleri cevapların istatistikleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 11. Grupların DAİS ve bölümleri ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri

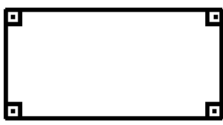
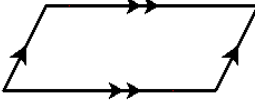
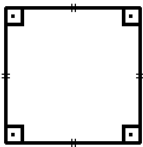

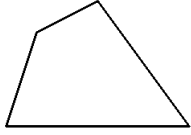
Ölçüm	Gruplar	N	AO	SS	Min.	Maks.
SB	Grup 1	24	19,75	9,92	3	34
	Grup 2	26	23,73	9,14	8	38
	Grup 3	22	22	8,58	-3	35
ÖB	Grup 1	24	14,83	6,54	3	26
	Grup 2	26	13,27	5,82	3	24
	Grup 3	22	13,14	5,04	5	24
MÇB	Grup 1	24	3,04	1,2	2	7
	Grup 2	26	2,77	1,24	0	6
	Grup 3	22	2,91	1,34	1	6
DAİS	Grup 1	24	37,63	15,21	15	62
	Grup 2	26	39,77	14,21	14	64
	Grup 3	22	38,05	12,28	6	62

Tablo 12. Ön-test sınıflandırma bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

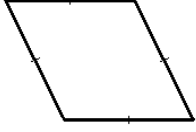
DAİS Bölümü	Soru No	Alınabilecek Maks. Puan	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
			AO	%	AO	%	AO	%
Sınıflandırma Bölümü	1	13	8,96	68,92	9,81	75,46	9,77	75,15
	2	2	1,42	71	1,54	77	1,18	59
	3	4	1,29	32,25	1,92	48,5	1,32	33
	4	10	-3,04	-30,4	-2,35	-23,5	-2,05	-20,5
	5	4	1,29	32,25	1,27	31,75	1,05	26,25
	6	8	2,88	36	2,69	33,63	3,18	39,75
	7	4	1,54	38,5	1,96	49	1,77	44,25
	8	3	1,17	39	0,96	32	0,86	28,67
	9	6	2,38	39,67	2,85	47,5	2,36	39,33
	10	2	0,88	44	1,12	56	1,27	63,5
	11	1	-0,54	-54	-0,23	-23	-0,36	-36
	12	4	1,54	38,5	2,19	54,75	1,64	41

Tabloya göre DAİS-SB’de öğrenciler en yüksek yüzde ile 1 ve 2 numaralı maddeleri cevaplandırmıştır. Birinci maddeye verilen doğru cevaplama yüzdelere bakıldığında (% 68,92, % 75,46 ve % 75,15) grupların kare, dikdörtgen gibi diğer şekilleri de dörtgen olarak ifade edebildiği görülmektedir. İkinci maddede yer alan doğru cevaplama yüzdesi ise (% 71, % 77 ve % 59) grupların kareyi diğer şekillere göre kısmen daha iyi belirleyebildiklerini göstermektedir. Sınıflandırma bölümünde yer alan diğer maddelerin ortalamalarına ve doğru cevaplanma yüzdelere bakıldığında genellikle 1. ve 2. soruya göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Hatta 4. soruya (yamuk) verilen cevapların ortalaması her üç grupta da negatif değerlere düşmüştür. Bu ise, öğrencilerin dörtgen türlerini yanlış türlerle ilişkilendirdiğini göstermektedir. 7-12. sorular bu ilişkilendirmelere en iyi şekilde açıklayabilecek niteliktedir. Çünkü 1-6. sorular belli sayıdaki şekil grubu içerisinde seçilirken yapısı gereği 7-12. sorular doğrudan bir dörtgen türü ile çalışmayı ve bu dörtgeni uygun olacak şekilde isimlendirmeyi gerektirmektedir. Bu sebeple 7-12. soruların her biri için yapılan işaretleme sayısı gruplara göre Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo13. Ön-testte grupların 7-12. soruları çokgen türleriyle ilişkilendirme sayıları

No	Geometrik Şekil	Grup	D	K	DD	Y	PK	ED
7		Grup 1	19	1	23	0	4	8
		Grup 2	22	0	25	0	11	7
		Grup 3	19	1	21	0	3	3
8		Grup 1	19	1	9	3	21	5
		Grup 2	21	0	11	1	21	7
		Grup 3	17	1	9	0	14	2
9		Grup 1	15	22	2	0	3	15
		Grup 2	21	25	0	0	8	20
		Grup 3	17	20	0	0	3	12
10		Grup 1	10	0	0	19	8	0
		Grup 2	17	0	0	23	9	2
		Grup 3	15	0	0	18	4	1
11		Grup 1	10	0	0	18	4	1
		Grup 2	18	0	0	23	1	0
		Grup 3	13	0	0	19	2	0

Tablo 13'ün devamı

12		Grup 1	18	6	1	2	12	12
		Grup 2	23	6	0	3	18	19
		Grup 3	18	7	0	3	11	11

7.12. maddeler incelendiğinde Madde 7 genel bir dikdörtgen, Madde 8: genel bir paralelkenar, Madde 9: kare, Madde10 genel bir yamuk, Madde 11 genel bir dörtgen ve Madde 12 genel bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır.

Alınan sonuçlara göre işaretlemelerin büyük çoğunluğunu dörtgenlerin oluşturduğu görülmektedir. Öğrenciler; kare, dikdörtgen gibi çokgenlerin de bir dörtgen türü olduğuna kanaat getirmişlerdir. Fakat 11. (yamuk) ve 12. (genel dörtgen) maddelere verilen dörtgen cevabı diğer maddelere göre daha azdır.

Kareye yönelik cevaplarda ise en büyük payı 9. madde almıştır. Her grupta az sayıda öğrenci ise genel bir eşkenar dörtgeni (12. madde) de kare olarak belirtmiştir. Bu maddeler dışında hemen hemen hiçbir öğrenci diğer şekilleri kare olarak işaretlememiştir. Bu ise öğrencilerin görsel olarak kareye yönelik güçlü bir algıya sahip olduğunu göstermektedir.

Karedeki benzer bir duruma dikdörtgende rastlanmaktadır. Şöyle ki dikdörtgen için yapılan işaretlemelerin büyük bir kısmı 7. maddeye aittir. Bunun dışında her gruptan az sayıda olsa da genel bir paralelkenarı dikdörtgen olarak işaretleyen öğrenciler de vardır. Dikdörtgene dair dikkat çekici diğer bir nokta öğrencilerden 2'si dışında hiç kimsenin kareyi bir dikdörtgen olarak belirtmemeleridir. Bu ise öğrencilerin bir şekli dikdörtgen olarak isimlendirebilmeleri için şekilde karşılıklı iki uzun iki kısa kenar bağıntısı aradıklarına işaret etmektedir.

Paralelkenarda ise çoğu işaretlemeler 8. madde için yapılmıştır. İkinci olarak genel bir eşkenar dörtgen olan 12. madde en çok paralelkenar olarak belirlenen şekil olmuştur. Dikdörtgen (Madde 7) ve karede (Madde 9) ise paralelkenar için işaretleme sayısı genel bir eşkenar dörtgene göre daha da azalmıştır. Bu ise öğrencilerin paralelkenarın karşılıklı kenarlarının eşit olması ve kenarlarının yatık olması (dik olmaması) yönünde genel bir bakış açıları olduğunu ima etmektedir. 10. maddedeki genel yamukta yer alan paralellik işaretini gören kimi öğrenciler ise şekli paralelkenar olarak işaretlemişlerdir.

Eşkenar dörtgende en çok işaretleme yapılan şekil özel bir eşkenar dörtgen olan (kare) madde 9 olmuştur. Öğrencilerin çoğu kareyi bir eşkenar dörtgen olarak ifade etmişlerdir. İkinci en çok işaretlenen geometrik şekil ise 12. madde olmuştur. Bunun dışında az sayıda işaretleme 7 ve 8. maddelerde olmuştur. Bu ise bazı öğrencilerin karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan dörtgenleri eşkenar dörtgen olarak ifade ettiklerini göstermektedir.

İşaretlemeler arasında en problemlili türün yamuk olduğu görülmektedir. Yamuk ile ilgili olan 4. ve 11. maddelerde her üç gruptaki öğrencilerin ortalaması da negatif değerlere düşmüştür. Bu ise öğrencilerin yamuğa dair güçlü kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Tablo 13 incelendiğinde hemen hemen hiçbir öğrenci Madde 10 ve 11 dışında hiçbir maddeyi işaretlemediği görülmektedir. Genel bir yamuğu doğru bir şekilde belirleyebilen öğrenciler, kenarları arasında paralellik olmayan genel bir dörtgeni (Madde 11) ise yine yamuk olarak ifade etmişlerdir. Bu ise madde 4 ve 11'in puanlarının negatif değerlere sapmasına neden olmuştur.

DAİS özellikler bölümünde ise dörtgen türlerinin her zaman sahip olduğu özellikler sorgulanmaktadır. Yani, hiyerarşik ilişkiler göze alınmadan dörtgenlerin en genel hallerinin sahip olduğu özellikler, belirleyen sorular bu bölümde yer almaktadır. Bu bölümden elde edilen bulgular Tablo 14'de sunulmuştur.

Tablo 14. Ön-test özellikler bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

DAİS Bölümü	Çokgen Türü	Alınabilecek Maks. Puan	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
			AO	%	AO	%	AO	%
Özellikler Bölümü	K	9	6,88	76,44	6,5	72,22	6,68	74,22
	PK	5	2,63	52,6	2,58	51,6	2,36	47,2
	DD	7	3,79	54,14	3,5	50	3,27	46,71
	D	0	-1,83	-	-1,65	-	-1,96	-
	Y	1	-0,08	-8	-0,31	-31	0	0
	ED	7	3,46	49,43	2,65	37,86	2,77	39,57

Tablo 14 incelendiğinde öğrencilerin karenin özelliklerini diğer dörtgenlere göre daha iyi bildiğini göstermektedir. Karenin ardından en iyi bilinen dörtgen çeşitleri paralelkenar ve dikdörtgenin olmuştur. Öğrenciler genel bir paralelkenarın ve genel bir

dikdörtgenin sahip olması gereken özellikleri karenin ardından daha iyi bir doğrulama yüzdesi ile cevaplandırabilmişlerdir. Bu dörtgen türlerinden sonra doğrulama yüzdesi olarak sırayı eşkenar dörtgen almıştır. Genel bir eşkenar dörtgenin sahip olması gereken özelliklerin belirlenmesi paralelkenar ve dikdörtgene göre daha düşük düzeyde gerçekleştirilmiştir. Özellikler bölümündeki en problemlili çokgen türleri genel bir yamuk ve genel bir dörtgen olmuştur. Yamuk için her zaman sağlanan özellik en az bir kenar çiftinin paralel olması gerekirken öğrenciler ekstra işaretlemelerde bulunmuştur. Sınıflandırma bölümünde özel dörtgenleri (kare, paralelkenar vs.) iyi bir yüzde ile belirleyebilen öğrenciler özellikler bölümünde bu başarıyı gösterememişlerdir. Özellikler bölümündeki maddelerden hiçbiri genel bir dörtgen için her zaman geçerli olmadığı halde öğrencilerin büyük bir çoğunluğu işaretlemelerde bulunmuştur.

Mantıksal çıkarım bölümü ise dörtgen çiftleri arasındaki hiyerarşik ilişkileri doğrudan ifade etmeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. MÇB’de 5 adet soruda birinci dörtgen türü ikinci dörtgen türünün (1-kare, 2-dikdörtgen gibi) hiyerarşik olarak altında (HOA) iken diğer 5 sorudaki birinci dörtgen türü ikinci dörtgen türünün (1-paralelkenar, 2-eşkenar dörtgen gibi) hiyerarşik olarak üzerinde (HOÜ) yer almaktadır. Her doğru cevabın bir puan olarak değerlendirildiği MÇB’den elde edilen veriler Tablo15’de sunulmuştur.

Tablo 15. Ön-test mantıksal çıkarım bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

DAİS Bölümü	Soru No	Dörtgen Çiftleri	Çiftler Arası Hiyerarşik Özellik	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
				AO	%	AO	%	AO	%
Mantıksal Çıkarım Bölümü	13	PK-ED	HOÜ	0,46	46	0,42	42	0,41	41
	14	K-DD	HOA	0,13	13	0,08	8	0,27	27
	15	Y-DD	HOÜ	0,21	21	0,23	23	0,09	9
	16	K-ED	HOA	0,71	71	0,85	85	0,68	68
	17	PK-Y	HOA	0,21	21	0,12	12	0,05	5
	18	DD-K	HOÜ	0,08	8	0,12	12	0,18	18
	19	Y-PK	HOÜ	0,54	54	0,31	31	0,36	36
	20	ED-PK	HOA	0,33	33	0,31	31	0,32	32
	21	ED-K	HOÜ	0,25	25	0,31	31	0,5	50
	22	DD-Y	HOA	0,13	13	0,04	4	0,05	5

Tablo 15 yorumlandığında her üç grubun da K-ED (Madde 16) çiftinde başarılı olduğu görülmektedir. Bu maddede çoğu öğrenci karenin her zaman bir eşkenar dörtgen olduğunu belirtmiştir. Bunun dışında madde 13'deki PK-ED çifti için ise her üç grup cevaplama yüzdesi olarak %40'ı geçmişlerdir. En düşük yüzde ile doğru cevaplanan madde ise DD-Y (Madde 22) çifti olmuştur. Grup 1'in en düşük yüzde ile (%8) cevaplandığı madde DD-K çifti (Madde 18); Grup 2'nin DD-Y (Madde 22, %4); Grup 3'ün ise DD-Y (Madde 22, %5) ve PK-Y (Madde 17, %5) olmuştur. Ayrıca, çiftlerin HOA veya HOÜ olma durumuna göre hangi türdeki çiftlerin daha iyi bir cevaplama yüzdesine sahip olacağı yönünde herhangi bir tutarlılığa rastlanmamıştır.

Grupların DAİS ve bölümlerine yönelik verdikleri cevapların ortalamaları, yüzdeleri ve betimsel istatistiklerine göre grupların ortalamaları birbirine yakın olduğu görülmüştür. Ancak bu ortalamalar arasındaki istatistiksel anlamlılık DAİS ve bölümlerine uygulanan ANOVA testi ile araştırılmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri ve ANOVA testi sonuçları

Ölçümler	Grup 1 - Grup2	Grup 2 – Grup 3	Grup1 - Grup 3	F	p
	AO Farkı	AO Farkı	AO Farkı		
SB	-3,98	1,73	-2,25	1,160	0,319
ÖB	1,56	0,13	1,7	0,619	0,541
MÇB	0,27	-0,14	0,13	0,293	0,747
DAİS	-2,14	1,72	-0,42	0,165	0,848

Tablo 16'da sunulan ANOVA sonuçlarına göre grupların istatistiksel olarak birbirine denk olduğu görülmektedir. DAİS bölümlerinden sınıflandırma bölümü ($F[2,69]=1,160$, $p=0,319$), özellikler bölümü ($F[2,69]= 0,619$, $p=0,541$), mantıksal çıkarım bölümü ($F[2,69]= 0,293$, $p=0,747$) ve DAİS'nin genelinde ($F[2,69]= 0,165$, $p=0,848$) elde edilen puanlar her üç grubun istatistiksel olarak birbirine eşit olduğunu göstermektedir. Ortalamalar arasında anlamlı bir farklılığın çıkmaması grupların; dörtgenleri sınıflandırabilme, dörtgenlerin özelliklerini bilme ve dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme yönünden birbirine denk olduğunu göstermektedir.

Ön-testlerin uygulanması ve yazılımların deney gruplarına tanıtım etkinliklerinin tamamlanmasından sonra asıl uygulamalara geçilmiştir. Her grupta yer alan öğrenciler

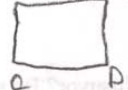
çalışma yapraklarını ikili gruplar halinde cevaplamıştır. Öğrencinin grup arkadaşı aynı sıradaki oturduğu kişi olmuştur.

Çalışma yapraklarının özel yapısına inildiğinde her üç grup da ilgili dörtgenin genel hali ile çalışmaya başlamıştır. Örneğin, eşkenar dörtgen ile ilgili olan çalışma yaprağında her üç grup da genel eşkenar dörtgenle çalışmaya başlamıştır. Öğrenciler benzer olarak dörtgenlerin öncelikle kenar, açı ve paralellik özelliklerini incelemiş, keşfettiği özellikleri şekli çizerek göstermiş, matematiksel olarak yazmış ve sözel olarak açıklamıştır. Her üç gruptan alınan çalışma yaprağı kesitleri Şekil 19, 20 ve 21’de örneklendirilmiştir.

- Dikdörtgenin kenar uzunluklarını “Ölçüm - Tüm uzunluklar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

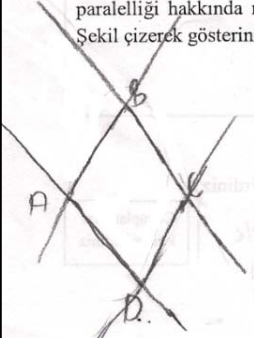
1) Dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

Karşılıklı kenarları birbirine eşittir.



$|AB| = |CD|$
 $|AC| = |BD|$

3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.

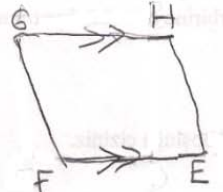


$AD \parallel BC$
 $AB \parallel DC$

Karşılıklı kenarları birbirine paraleldir.

- Dörtgenin her bir köşesinin açısını “Ölçüm - Tüm açılar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Paralelkenarın karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki gözlemliyorsunuz? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



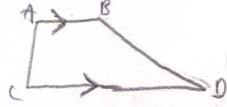
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.

$\hat{HEF} = \hat{FGH}$
 $\hat{GHE} = \hat{EFG}$

Şekil 19. Grup 1’deki çalışma yapraklarından kesitler

1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda yamuğun karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Şekil çizerek gösteriniz.

Bazen karşılıklı kenarlar birbirine paralel olabiliyor.



Bir kenar çifti birbirine her zaman paraleldir.

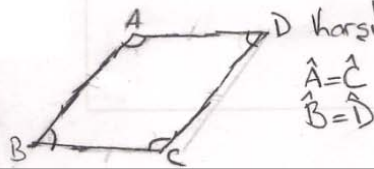
- Dörtgenin her bir kenar uzunluğunu "Uzaklık veya Uzunluk" menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Dörtgenin kenar uzunlukları arasında her zaman sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

Dörtgenin bazen tüm kenar uzunlukları, bazende karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olabilir. Bu yüzden her zaman sağlanan bir ilişki yoktur.

- Eşkenar dörtgenin her bir köşesinin açısını "Açı" menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Eşkenar dörtgenin karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki gözlemliyorsunuz? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

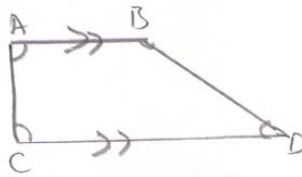


karşılıklı açılarda ölçüleri her zaman eşittir.
 $\hat{A} = \hat{C}$
 $\hat{B} = \hat{D}$

Şekil 20. Grup 2'deki çalışma yapraklarından kesitler

3) Yamuğun karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir?

Bir kenar çifti birbirine paraleldir.



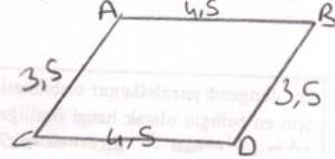
$AB \parallel DC$

$AD \nparallel BC$

- Paralelkenarın kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

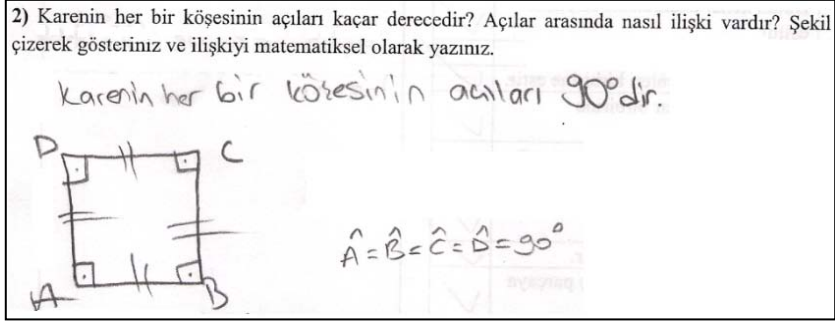
1) Paralelkenarın kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

Karşılıklı kenarlar birbirine eşit.



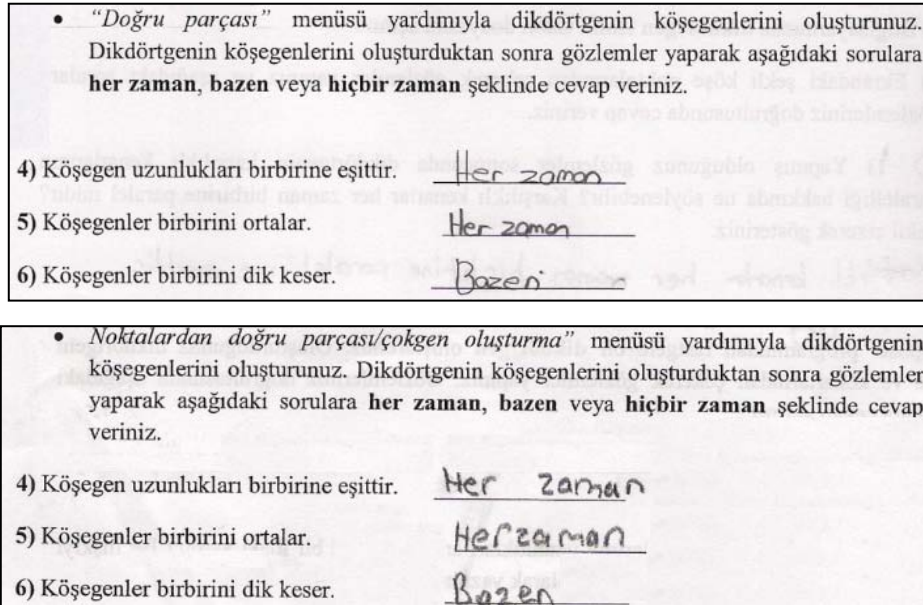
$|AB| = |CD|$

$|AC| = |BD|$

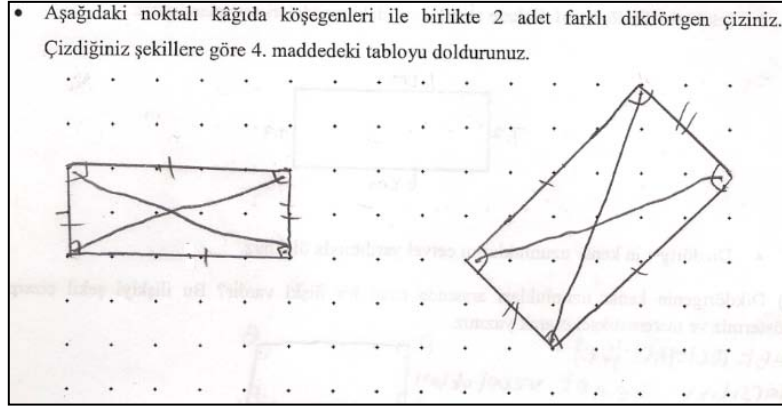


Şekil 21. Grup 3'deki çalışma yapraklarından kesitler

Gruplar dörtgenlerin paralellik, eşlik ve açı özelliklerini inceledikten sonra köşegen özelliklerini incelemişlerdir. Deney grupları yazılımlar sayesinde dörtgenlerin köşegenleri ile ilgili ilişkileri keşfederken kontrol grubu noktalı kâğıt üzerine çizdiği şekil yardımıyla köşegen özelliklerini incelemiştir. Çalışma yapraklarındaki cevaplar incelendiğinde deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine nazaran daha az sayıda “hiçbir zaman” cevabını vermiştir. Örneğin; deney grubu öğrencileri dikdörtgen için köşegen uzunluklarının bazen birbirine eşit olabileceğini görebilmişken kontrol grubu öğrencileri noktalı kâğıt üzerine genel dikdörtgen oluşturdukları için dikdörtgenin köşegen uzunluklarının eşit olmayacağı yönünde işaretlemeler yapmıştır. Dörtgenlerde köşegen uzunluklarına yönelik her üç gruptan alınan çalışma yaprağı kesitleri Şekil 22 ve 23’de örneklendirilmiştir.



Şekil 22. Deney gruplarında çalışma yapraklarından kesitler



• Dikdörtgenin köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen veya hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

5) Köşegen uzunlukları birbirine eşittir. Her zaman

6) Köşegenler birbirini ortalar. Her zaman

7) Köşegenler birbirini dik keser. hiç bir zaman

Şekil 23. Kontrol grubunda çalışma yaprağından kesitler

Dörtgenler arası dönüşümlerde deney grupları dörtgenler arası dönüşümleri gözlemleyebilirken kontrol grubu öğrencileri bu dönüşümleri sınırlı olarak gözlemleyebilmiştir. Sözelimi kontrol grubundaki öğrenciler paralelkenarı köşelerinden çektiklerinde dikdörtgene dönüştürebilmişken, paralelkenarı eşkenar dörtgene dönüştürememişlerdir (Şekil 24).

• Geometrik şeritleri kullanarak bir paralelkenar oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz paralelkenardaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiginizde tüm açılar dik olabiliyor mu? Evet / Hayır

Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

9) Oluşturduğunuz paralelkenardaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiginizde tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır

Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Şekil 24. Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit

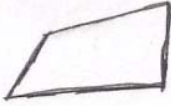
Diğer yandan kontrol grubu öğrencileri çalıştıkları materyallerin tam olarak düzgün bir yapılanmaya sahip olmaması sebebiyle dörtgenler arası ilişkilerde yanlış belirlemeler

yapmıştır. Örneğin; geometrik şeritlerle oluşturulmuş bir yamuğu köşelerinden çeken kontrol grubu öğrencilerinden bazıları yine bir yamuk oluştuğunu düşünmüştür (Şekil 25). Fakat düzgün yapılanma olmayan şekilleri bazı öğrenciler fark ederek bu yanılgıya düşmemiştir. Örneğin kareyi kenarlarından çeken bazı öğrenciler yine bir kare oluşmadığı yönünde işaretlemeler yapmıştır (Şekil 26)

• Geometrik şeritleri kullanarak bir yamuk oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz yamuktaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde yine bir yamuk oluşuyor mu? Evet Hayır

Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?



9) Oluşturduğunuz yamuğu köşelerinden çektiğinizde, karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olabiliyor mu? Evet Hayır

• Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.


Şekil 25. Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit

• Geometrik şeritleri kullanarak bir kare oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz karedaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde yine bir kare oluşuyor mu?

Evet Hayır

Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?



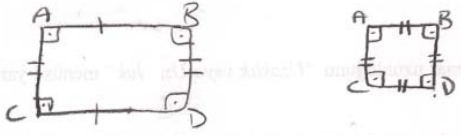
Şekil 26. Kontrol grubunda çalışma yaprağından bir kesit

Deney grubu öğrencileri düzgün yapılanmış geometrik şekillerle çalıştıkları için kontrol grubu öğrencilerine göre dörtgenler arasındaki ilişkileri daha iyi gözlemleyebilmiştir. Örneğin Şekil 24'de geometrik şeritlerle oluşturulmuş paralelkenarı köşelerinden çektiğinde yalnızca dikdörtgene dönüştürebildiğini fark eden kontrol grubu öğrencisinin aksine Şekil 27'deki deney grubu öğrencileri hem dikdörtgene hem de kareye dönüşebildiğini fark edebilmiştir.

7) Paralelkenarı köşelerinden çektiginizde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet Hayır

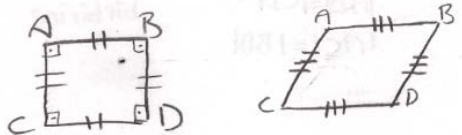
- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.



8) Paralelkenarı köşelerinden çektiginizde, tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet Hayır

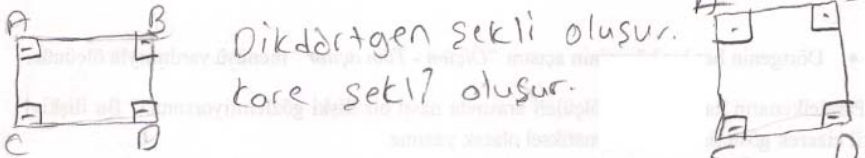
- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.



7) Paralelkenarı köşelerinden çektiginizde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet Hayır

- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.



Dikdörtgen şekli oluşur.
kare şekli oluşur.

Şekil 27. Deney grupları çalışma yaprağından kesitler

Dörtgenlerin özelliklerini üç farklı öğrenme ortamlarında öğrenen öğrenciler, şeklin minimum özelliklerini ifade etmesi beklenen kısımlara genellikle gereğinden fazla özellikler yazmıştır. Bu ise öğrencilerin ekonomik olmayan tanımlama mantığı ile hareket ettiklerinin göstergesi olmuştur. Ayrıca ilgili şeklin en önemli özelliğini öğrencilerin kendilerine verilen 9 madde üzerinden belirtmesi beklenirken bu maddelerin dışına çıkan öğrenciler olmuştur. Örneğin Şekil 28’de dikdörtgenin özelliklerini doğru belirleyebilen çift, dikdörtgenin en önemli özelliğini kendilerine verilen maddelerde böyle bir metin olmamasına rağmen “uzun ve kısa olmak üzere 4 kenardan oluşur...” ile başlayan ifade kullanmıştır.

Özellikler	Dikdörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	✓
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	✓
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	✓
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	✓
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	✓
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	✓
Köşegenleri birbirine diktir.	✓
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	✓

Bir şeklin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

uzun ve kısa olmak üzere 4 kenardan oluşur. Açıların tümü 90° dir.

Şekil 28. Bir çiftin dikdörtgenin sahip olduğu özelliği belirtme şekli

Her üç grupta da çoğu gereğinden fazla olmak üzere dörtgenlere yönelik doğru ve yanlış ifadeler kullanan öğrenci grupları olmuştur. Grup 1'deki örneklere Şekil 29'da, Grup 2'den örneklere Şekil 30'da ve Grup 3'deki örneklere Şekil 31'de yer verilmiştir.

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Kesinlikle sadece bir kenarı bir kenara paralel olabilir.

Bir dörtgenin **paralelkenar** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Karşılıklı kenar uzunlukları ve açıları birbirine eşit olmalıdır. Köşegenleri birbirini dik kesmez.

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Bütün kenarları birbirine eşit olması, Karşılıklı açıları eşit olması

Bir dörtgenin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit ve paraleldir. Açıları 90° dir.

Şekil 29. Deney grubu 1 çalışma yapraklarından kesitler

Bir dörtgenin **kare** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe ya da özelliklere sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Tüm açıları 90° olmalı
Tüm kenarları eşit olmalı
Köşegenleri eşit olmalı.

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

En az iki kenarının birbirine paralel olması gerekir.

Bir dörtgenin **paralelkenar** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

*Karşılıklı kenarları eşittir.
*Karşılıklı kenarları paraleldir.
*Köşegenler birbirini ortalar
*Karşılıklı açı ökiüleri birbirine eşittir.

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Karşılıklı kenarları birbirine eşit, karşılıklı açıları da birbirine eşit.
Köşegenleri açıyı ortalar.
Bütün açıları eşittir.

Şekil 30. Deney grubu 2 çalışma yapraklarından kesitler

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Bütün kenar uzunluklarının eşit olması gerekir.

Bir şeklin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Uzun ve kısa olmak üzere 4 kenardan oluşur.
Açıların tümü 90° dir.

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

her kenarı farklı olup eşit olmaması, açıları farklı olması,

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az birinden birinden paraleldir

Şekil 31. Kontrol grubu çalışma yapraklarından kesitler

Grup 2 dörtgen şekillerinin yazılımda nasıl oluşturulabileceğine yönelik çalışma yaprağındaki maddeleri cevaplamıştır. Yamuk hariç hiyerarşik şekilde sırada giden

seçimleri öğrenciler doğru bir şekilde ifade etmiştir. Çalışma yapraklarında aynı dörtgen türünü farklı menülerden yararlanarak inceleyen öğrenci cevaplarına rastlanmıştır. Örneğin kareyi; kimi öğrenciler dikdörtgenin altından seçerek oluşturmuş kimileri ise eşkenar dörtgenin altından oluşturmuştur. Deltoid çalışmada kapsam dışı bırakılmasına rağmen kimi öğrenciler eşkenar dörtgen ve kareyi deltoidin altından oluşturmuştur (Şekil 32).

9) Eşkenar dörtgen oluşturmak için programda sırasıyla hangi menülere girdiniz?

Cevaplarınızı kontrol ediniz

Şekiller/Dörtgen/Paralel kenar/Eşkenar Dörtgen/Rastgele

Şekiller/Dörtgen/Deltoid/Eşkenar Dörtgen/Rastgele

2

8) Programda kare oluşturmak için hangi menüleri sırasıyla seçtiniz, aşağıdaki boşluğa yazınız.

Şekiller, dörtgen, paralel, kenar, eşkenar, dörtgen ve kare.

9) Başka hangi menüleri sırasıyla seçerek kare oluşturabilirsiniz?

Şekiller, dörtgen, paralel kenar, dikdörtgen, kare.

Şekil 32. Deney grubu 1 çalışma yapraklarından kesitler

Her üç grupta da yer alan öğrenciler, en son çalışma yaprağında (Çalışma yaprağı 6) kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğun dörtgen olup olmadığını sorgulayan maddeye genellikle aşağıdaki gibi geçerli cevaplar vermiştir (Şekil 33).

4) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir? Niçin?

Evet. Çünkü dört kenarı, dört açısı, dört köşesi ve 2 köşegeni vardır.

4) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir? Niçin?

Evet. Her zaman dörtgendir. 4 kenarı ve köşesi vardır.

5) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir? Niçin?

Evet: Çünkü hepsinin dört kenarı vardır, ve kapalıdır.

Şekil 33. Grupların çalışma yapraklarından kesitler

Cabri Geometry yazılımı ile çalışan Grup 2, her bir dörtgen türünü çalışma yaprakları ile öğrendikten sonra ikili gruplar halinde (toplam 13 çift) ilgili dörtgen türünü oluşturmaya çalışmıştır. Öğrenciler çalışma yapraklarında ilgili şekli nasıl oluşturduklarını ve şekli oluşturmak için hangi özelliklerin yeterli olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı, ders sonunda öğrencilerin oluşturduğu şekilleri taşınabilir bellek ile almış; dörtgen türlerinin oluşturulma düzeylerini incelemiştir. Öğrencilerin çalışma yapraklarına verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda sunulmuştur (Şekil 34).

8) Karede bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir kare oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?

Evet oluşturma bilirsiniz.

Önce kenarları ve karşılıklı açıları eşit yaparsınız sonra köşegenlerinin 90° olmasına dikkat ederiz ayrıca açıları 90° toplam iç açısı 360° olmasına bakarız. Kenarlarında paralel çizeriz.

11) Paralelkenarda bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir paralelkenar oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?

Evet yapabiliriz.

Karşılıklı kenarlarının paralel olması ve eşit olması

8) Karede bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir kare oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?

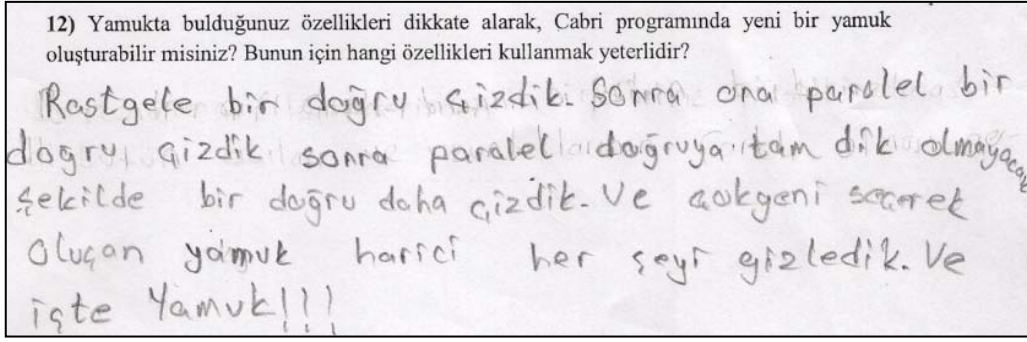
Oluşturabiliriz. Cabri programından çokgen bölümünü seçip 4 nokta belirleyince kare oluşturduk.

9) Dikdörtgende bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir dikdörtgen oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?

Oluşturabiliriz. Bunun için her bir açının 90° olması ve karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olması gerekir. Bu özellikler de dikdörtgenin en belirgin özellikleridir.

Şekil 34. Deney grubu 2 çalışma yapraklarından kesitler

Yamuğu doğru bir şekilde oluşturabilen bir çift ise bu durumu heyecanla Şekil 35'deki gibi belirtmiştir.



Şekil 35. Deney grubu 2 çalışma yapraklarından bir kesit

Öğrenciler çalışma yapraklarına verdiği cevaplar incelendiğinde genellikle şeklin minimum özelliklerini belirtmek yerine çok sayıda özelliklerini belirttikleri görülmüştür. Çalışma yapraklarında öğrenci çiftlerinin dörtgenlerin çizimine yönelik teorik olarak yaptığı açıklamaların genellikle doğru olduğu görülmesine karşılık, pratikte öğrencilerin dörtgen şekillerinin yazılımda çoğunlukla oluşturamadığı görülmüştür. Dörtgen türlerinin oluşturulma düzeyleri Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Grup 2’nin dörtgen türlerini oluşturma düzeyleri

Şekiller	Şekli doğru oluşturulan çift sayısı	Şekli kısmen doğru oluşturulan çift sayısı	Şekli oluşturamayan çift sayısı
Kare	-	-	13
Dikdörtgen	2	1	10
Eşkenar dört.	-	-	13
Paralelkenar	1	2	10
Yamuk	1	1	11

Tablo 17’de göre Grup 2’de yer alan öğrencilerin dörtgen türlerini oluşturma düzeyleri incelendiğinde birçok çiftin ilgili dörtgenin özelliklerini öğrenmesine rağmen, dörtgeni yazılımda oluşturamadıkları veya eksik oluşturabildiği görülmüştür. Bazı çiftler dikdörtgen, paralelkenar ve yamuğu ise eksik yapılandırmıştır. Örneğin bir çiftin eksik yapıda oluşturduğu paralelkenar kenarlarından sürüklendiğinde kare ve dikdörtgen olamamıştır. Bazı çiftler ise statik yapıda şekiller oluşturarak nesnenin sürüklenmesine izin vermemiş ve eksik yapıda dörtgen türü oluşturmuştur. Çiftlerden hiçbiri kare ve eşkenar dörtgen oluşturamamıştır. Tablo 17’den görüldüğü üzere, Grup 2 çalışma ortamı bağımsız

şekillerin oluşturulduğu ortamlar olarak tasarlanmasına rağmen Grup 1’de olduğu gibi yarı-yapılandırılmış şekillerle çalışılan bir ortam haline dönüşmüştür.

Uygulamaların bitiminden 2 hafta verilen aranın ardından ön-test olarak uygulanan sınavlar ve Hiyerarşik Şema Sınavı gruplara son-test olarak uygulanmıştır. Bu sınavlardan olan son-test DAİS’ye ilişkin genel bilgiler Tablo 17’de verilmiştir. Alınan sonuçlar kabaca incelendiğinde Grup 1 ve 2’nin testin bölümlerinde ve genelinde ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Testin özellikler bölümünde ise her üç grubun ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Son-test ortalamaları ön-test ortalamaları ile karşılaştırıldığında (Tablo 11 ve Tablo 18), Grup 3’ün MÇB dışında, son-test puanların ön-testteki puanlara göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Tablo 18. Grupların DAİS ve bölümleri son-test sınavlarının betimsel istatistikleri

Ölçüm	Gruplar	N	AO	SS	Min.	Maks.
SB	Grup 1	24	32,04	7,61	16	46
	Grup 2	26	33,31	7,71	18	47
	Grup 3	22	25,23	9,39	7	42
ÖB	Grup 1	24	17,46	6,35	6	28
	Grup 2	26	19,88	6,07	8	28
	Grup 3	22	17,5	4,18	8	25
MÇB	Grup 1	24	5	1,38	2	7
	Grup 2	26	5,04	1,46	2	8
	Grup 3	22	2,82	0,85	1	4
DAİS	Grup 1	24	54,5	12,74	31	78
	Grup 2	26	58,23	12,98	31	77
	Grup 3	22	45,55	12,06	24	67


Ön-test sınavlarındaki sonuçların gösterimine benzer olarak son-test sınavları da ayrı bölümler halinde analiz edilmiştir. Grupların son-testte verdikleri cevaplara göre DAİS sınıflandırma bölümünün her maddesine ait aritmetik ortalama ve doğru cevaplandırma yüzdesi Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Son-test sınıflandırma bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

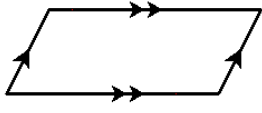
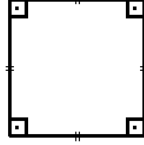
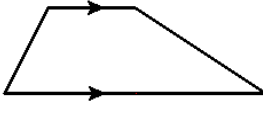
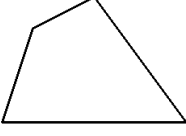
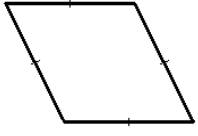
DAİS Bölümü	Soru No	Alınabilecek Maks. Puan	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
			AO	%	AO	%	AO	%
Sınıflandırma Bölümü	1	13	11,33	87,18	11,81	90,83	10,45	80,42
	2	2	1,75	87,5	1,85	92,308	1,23	61,36
	3	4	2,42	60,42	2,73	68,27	1,86	46,59
	4	10	0,04	0,42	0,08	0,77	-1,91	-19,09
	5	4	2,17	54,17	1,54	38,46	1,41	35,23
	6	8	3,42	42,71	3,73	46,63	3,64	45,45
	7	4	2,17	54,17	2,35	58,65	1,91	47,73
	8	3	1,63	54,17	1,85	61,54	1,27	42,42
	9	6	2,96	49,31	3,42	57,05	2,68	44,7
	10	2	1,13	56,25	1,5	75	1,27	63,64
	11	1	0,38	37,5	0,15	15,39	-0,27	-27,27
	12	4	2,67	66,67	2,31	57,69	1,68	42,05

Sınıflandırma bölümünden alınan son-test (Tablo 19) sonuçları ile ön-test sonuçları (Tablo 12) karşılaştırıldığında hemen hemen üç grubun da her soru için aritmetik ortalamaları ve doğru cevaplama yüzdelerinin arttığı görülmektedir. Yalnızca kontrol grubu olan Grup 3'ün 2. ve 10. sorulara verdikleri cevapların doğruluk oranları az da olsa ön-teste göre geride kalmıştır. Her üç grubun aldığı puanlar kabataslak incelendiğinde öğrencilerin 4. ve 11. sorulara çok düşük yüzde ile kimi sorulara ise düşük sayılabilecek %50'nin altındaki değerlerle cevaplandığı görülmektedir. Öğrencilerin dörtgen türlerine yönelik sahip oldukları bakış açılarını daha detaylı sergilemek adına 7-12. sorulara ön-son-testte verilen cevapların dağılımı Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Son-testte grupların 7-12. soruları çokgen türleriyle ilişkilendirme sayıları

No	Geometrik Şekil	Grup	D	K	DD	Y	PK	ED
7		Grup 1	21	1	22	1	11	2
		Grup 2	23	1	25	1	16	3
		Grup 3	19	1	20	0	9	5

Tablo 20'nin devamı

8		Grup1	22	0	5	2	23	3
		Grup2	24	0	5	5	25	1
		Grup3	20	0	6	1	17	4
9		Grup1	21	23	4	1	6	16
		Grup2	23	25	7	1	12	21
		Grup3	18	22	1	0	5	13
10		Grup1	17	0	1	20	7	2
		Grup2	23	0	0	23	6	1
		Grup3	18	0	0	17	7	0
11		Grup1	21	0	0	12	0	0
		Grup2	23	0	1	18	0	0
		Grup3	16	0	0	21	1	0
12		Grup1	23	3	1	3	19	23
		Grup2	24	5	2	1	20	22
		Grup3	16	8	0	2	7	20

Ön-testteki işaretlemenin paralelinde son-testteki işaretlemelerin büyük çoğunluğunu yine dörtgen seçeneği oluşturmuştur. Her üç grupta yer alan öğrencilerin büyük çoğunluğu ön-testtekine göre şekilleri daha fazla sayıda dörtgen sınıfına yerleştirmiştir. Dörtgen ile ilgili olarak Grup 3'de yer alan öğrenciler şekilleri Grup 1 ve 2'ye nazaran daha az sayıda dörtgen ile ilişkilendirmiştir. Örneğin madde 11'i Grup 1'de 21 öğrenci Grup 2'de 23 öğrenci dörtgen olarak ifade ederken Grup 3'de 16 öğrenci şekli dörtgen olarak işaretlemiştir.

Kare ile ilgili olan sınıflamada her üç grup da çoğunlukla 9 numaralı maddeyi işaretlemiştir. Bunun dışında her gruptan çok az sayıda öğrenci 7 ve 12 numaralı maddeleri kare olarak işaretlemiştir. Karenin dörtgen türleri arasında en anlaşılır olduğu söylenebilir.

Dikdörtgende en çok işaretleme her üç grupta da 7 numaralı madde için gerçekleştirilmiştir. Bu maddeden sonra en çok işaretleme G1 ve G3 için madde 8 olurken G2 için ise madde 9 olmuştur. Her üç gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğu kareyi bir dikdörtgen olarak ele almamışlardır. Bu ise öğrencilerin dikdörtgende karşılıklı uzun ve

kısa kenarlar aradıkları, dikdörtgeni dörtgen dışında diğer türlerle ilişkilendirmekten kaçındıklarına işaret etmektedir.

Paralelkenarda çoğu işaretlemeler ön-testteki gibi 8. madde için yapılmıştır. Şekil üzerinde paralellik işaretini gören öğrenciler şekli paralelkenar olarak sınıflandırmıştır. Bunu dışında paralelkenar için olan işaretlemeler deney gruplarında (G1 ve G2) eşkenar dörtgen için (Madde 12) olmuştur. Deney grubu öğrencilerin büyük bir çoğunluğu eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak da isimlendirmiştir. Yine deney grubu öğrencileri eşkenar dörtgenin ardından sırasıyla dikdörtgen ve kareyi paralelkenar olarak sınıflandırmışlardır. Bu gruplardaki bir kısım öğrenci ise yamuktaki paralellik işaretini görmeleri sebebiyle yamuğu paralelkenar olarak ifade etmişlerdir. Bir kısım kontrol grubu öğrencisi (G3) ise Madde 12'den sonra dikdörtgen, eşkenar dörtgen, yamuk ve kareyi de paralelkenar olarak ifade etmiştir. Ancak kontrol grubu öğrencilerinin özel paralelkenarlara dair işaretlemeleri deney grubu öğrencilerine göre oldukça azdır.

Her üç gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğu eşkenar dörtgen olara Madde 12'yi belirlemişlerdir. İkinci en çok işaretlenen madde ise her üç grupta da kare olmuştur. Bunun dışında az sayıda eşkenar dörtgen işaretlemesi diğer maddelere de yapılmıştır. Eşkenar dörtgen belirlemede her üç grubun birbirine yakın performans sergiledikleri verdikleri cevaplara göre söylenebilir.

Yamuk ön-testteki gibi en problemlili tür olarak karşımıza çıkmaktadır. En çok işaretleme Madde 10'a yapılmasına rağmen, birçok sayıda öğrenci paralelliği olmayan genel bir dörtgeni (Madde 11) de yamuk olarak isimlendirmiştir. Bunun dışında her gruptan az sayıda öğrenci diğer dörtgen türlerini de yamuk olarak belirtmiştir. Genel olarak yamuk ile ilgili olarak her üç grubun da problem yaşadığı görülmektedir. Öğrencilerin yamuk ile ilgili olarak yanlış algılamaları sebebiyle 4. ve 11. maddelerde çok düşük cevaplama yüzdelerine sahip olmaları bunu kanıtlar niteliktedir. Deney gruplarındaki öğrencilerin yamuğa dair ön-teste göre aldıkları puanlar kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi görünse de her üç gruptaki öğrencilerin yamuk ile diğer dörtgen türleri arasındaki geçişlerde sorun yaşadığını göstermektedir. Öğrencilerin gruplara göre yamuk ve diğer türler arası geçişleri nasıl kurduğu bu durumu açıklar nitelikte olacaktır. Bu ise ileride klinik mülakatlarla yapılacaktır.

Tablo 21’de öğrencilerin DAİS son-testteki özellikler bölümüne verdikleri cevapların betimsel istatistiklerini içermektedir.

Tablo 21. Son-test özellikler bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

DAİS Bölümü	Çokgen Türü	Alınabilecek Maks. Puan	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
			AO	%	AO	%	AO	%
Özellikler Bölümü	K	9	6,92	76,85	7,92	88,03	7,23	80,3
	PK	5	2,92	58,33	2,96	59,23	3,05	60,91
	DD	7	4,42	63,1	5,08	72,53	4,5	64,29
	D	0	-0,92	-	-0,69	-	-1,36	-
	Y	1	0,17	16,67	0,38	38,46	0,14	13,64
	ED	7	3,96	56,55	4,23	60,44	3,95	56,49

Tablo 21 yorumlandığında ön-testtekine benzer olarak her üç grup öğrencileri en iyi performansı karenin özelliklerinde göstermişlerdir. Karenin ardından ikinci sırayı her üç grupta da dikdörtgen almıştır. Öğrenciler genel bir dikdörtgenin sahip olması gereken özellikleri iyi sayılabilecek bir düzeyde belirlemişlerdir. Genel paralelkenar ve genel eşkenar dörtgenin özelliklerinde ise %55’in üzerindeki doğru cevaplama yüzdeleriyle karşılaşmıştır. Yamuk ve genel dörtgen testin en düşük ortalama yüzdesine sahip olan çokgen türleri olmuştur. Gruplar, genel bir yamuğun özelliğine ekstra işaretlemeler yaparak ortalamanın düşmesine neden olmuştur. Özellikler bölümünde yer alan maddelerin hiçbiri genel bir dörtgen için geçerli değilken, dörtgen için işaretlemelerin yapılması her üç grupta da ortalamanın negatif değerlere düşmesine neden olmuştur. Özellikler bölümündeki maddeler doğru cevaplama yüzdelerine göre ön-test puanları ile karşılaştırıldığında, her bir çokgen türünde son-test puanlarının gruplarda daha yüksek düzeyde cevaplama yüzdesine sahip olduğu görülmektedir.

Mantıksal çıkarım bölümünden elde edilen bulgular Tablo 22’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre oldukça yüksek düzeyde performans sergilediği görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler KK-DD, PK-Y, ED-PK ve DD-Y çiftleri hariç diğer maddeleri doğru cevaplandırmada %50’nin üstündeki değerlerle cevaplandırma başarısı göstermişlerdir. Grup 1’de en doğru cevaplanan çift PK-ED (%83) olmuşken Grup 2’de DD-K (%85) olmuştur. Grup 3’ün

cevaplarında ise çoğu maddenin %50'nin altında kaldığı görülmüştür. Kontrol grubunun en başarılı olduğu dörtgen çifti ise K-ED olmuştur. Her üç grubun MÇB'de yer alan sorulara verdikleri “her zaman”, “bazen” veya “hiçbir zaman” cevapları bu bölümün işaretleme mantığını birinci derecede göstermektedir (Tablo 23).

Tablo 22. Son-test mantıksal çıkarım bölümündeki maddelerin betimsel analizleri

DAİS Bölümü	Soru No	Dörtgen Çiftleri	Grup 1		Grup 2		Grup 3	
			AO	%	AO	%	AO	%
Mantıksal Çıkarım Bölümü	13	PK-ED	0,83	83	0,81	81	0,36	36
	14	K-DD	0,21	21	0,12	12	0,18	18
	15	Y-DD	0,79	79	0,58	58	0,18	18
	16	K-ED	0,5	50	0,65	65	0,64	64
	17	PK-Y	0,04	4	0,08	8	0	0
	18	DD-K	0,75	75	0,85	85	0,23	23
	19	Y-PK	0,71	71	0,69	69	0,32	32
	20	ED-PK	0,33	33	0,42	42	0,41	41
	21	ED-K	0,79	79	0,77	77	0,5	50
	22	DD-Y	0,04	4	0,08	8	0	0

Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlar incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin çiftler arasında HOÜ olan maddeleri HOA olan maddelere göre daha yüksek düzeyde doğru belirleyebildikleri görülmektedir. Örneğin madde 13'de yer alan PK-ED çiftinde paralelkenar eşkenar dörtgenin hiyerarşik olarak altında yer almaktadır. Deney grubu öğrencileri kullandıkları yazılımlar ile genel bir paralelkenarı köşelerinden çektiklerinde genel bir eşkenar dörtgene dönüştürebildiklerinden *paralelkenar bazen eşkenar dörtgendir* seçeneğini yüksek oranda işaretleyebilmişlerdir. Buna karşılık birinci dörtgen türünün ikinci türe göre hiyerarşik olarak altında olan madde 20'deki ED-PK çiftinde aynı cevaplama başarısını deney grubu öğrencileri gösterememişlerdir. Dinamik geometri yazılımında kurulan düzgün yapılanma gereği, özel bir paralelkenar olan eşkenar dörtgeni köşelerinden çektiklerinde genel bir paralelkenara dönüşemeyen kontrol grubu öğrencileri bazen ve hiçbir zaman cevabını oldukça fazla sayıda işaretlemişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin cevaplandırmalarında ise genel bir tutarlılık yoktur. En yüksek yüzde ile cevaplandığı dörtgen çifti % 64 ile K-ED olmuştur. İkinci en yüksek cevaplama yüzdesi

ise ED-K olmuştur. Deney grubu öğrencileri genellikle *hiçbir zaman* seçeneğini birinci türün ikinci türe göre HOA olduğu durumlarda olduğu görülürken, kontrol grubu öğrencileri *hiçbir zaman* seçeneğine çok sık başvurmuşlardır.

Tablo 23. Son-test MÇB'deki maddelere verilen cevapların dağılımı

No	Dörtgen Çiftleri	Çiftler Arası Hiyerarşik Özellik	Verilen Cevap	Grup 1	Grup 2	Grup 3
13	PK-ED	HOÜ	Her Zaman	1	2	7
			Bazen	20	21	8
			Hiçbir Zaman	3	3	7
14	K-DD	HOA	Her Zaman	5	3	4
			Bazen	6	9	3
			Hiçbir Zaman	10	14	15
15	Y-DD	HOÜ	Her Zaman	0	1	0
			Bazen	19	15	4
			Hiçbir Zaman	5	11	18
16	K-ED	HOA	Her Zaman	12	17	14
			Bazen	4	7	6
			Hiçbir Zaman	8	2	2
17	PK-Y	HOA	Her Zaman	1	2	0
			Bazen	8	10	7
			Hiçbir Zaman	13	14	15
18	DD-K	HOÜ	Her Zaman	1	1	0
			Bazen	18	22	5
			Hiçbir Zaman	5	3	17
19	Y-PK	HOÜ	Her Zaman	1	0	0
			Bazen	17	18	7
			Hiçbir Zaman	6	8	15
20	ED-PK	HOA	Her Zaman	8	11	9
			Bazen	7	12	8
			Hiçbir Zaman	9	3	5

Tablo 23'ün devamı

21	ED-K	HOÜ	Her Zaman	4	4	10
			Bazen	19	20	11
			Hiçbir Zaman	1	1	3
22	DD-Y	HOA	Her Zaman	1	2	-
			Bazen	7	14	2
			Hiçbir Zaman	16	10	20

Grup 3'ün MÇS dışında her grubun son-test DAİS ve bölümlerinde ön-testtekine göre daha yüksek bir ortalama ile cevaplandıkları görülmektedir. Bu ön-test son-test DAİS puanları arasındaki ortalama farkının istatistiksel sorgulaması puanlara uygulanan bağımlı T testi ile sorgulanmıştır (Tablo 24).

Tablo 24. DTS ön-test ve son-test puanlarına uygulanan bağımlı t testi sonuçları

Ölçüm	Grup 1			Grup 2			Grup 3		
	sd	t	p	sd	t	p	sd	t	p
SB	23	-6,734	0,000	25	-6,620	0,000	21	-1,574	0,130
OB		-2,366	0,027		-7,409	0,000		-3,261	0,004
MÇB		-4,722	0,000		-6,860	0,000		0,318	0,754
DAİS		-6,470	0,000		-9,856	0,000		-2,564	0,018

DAİS ve bölümleri ön-test son-test puanlarına uygulanan bağımlı T testi sonuçlarına göre (Tablo 24) deney gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık çıkmıştır ($p < .05$). Yani Grup 1 ve Grup 2'de öğrenim gören öğrencilerin dörtgenleri sınıflandırma, özelliklerini ifade etme ve dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapma bakımından anlamlı bir gelişme göstermiştir. Fakat kontrol grubu G3 son-testte OB ve DAİS genelinde istatistiksel bir farklılık gösterebilmiştir ($p < .05$). SB ve MÇB de ise G3 ön-test ve son-test puanları bakımından anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Bu durum G3'ün dörtgenlerin özelliklerini bilmesine karşın dörtgenleri sınıflandırmada ve dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapmada sorun yaşadığını göstermiştir.

Öğrenme ortamlarını karşılaştırmak adına grupların ön-test ve son-test DAİS ve bölümlerinden (SB, OB, MÇB) aldıkları puanlar arasındaki istatistiksel farklılığı sorgulamak adına alınan son-test puanlarına Kovaryans Analizi (ANCOVA) uygulanmıştır (Tablo 25). Bu bağlamda her bir son-testin o teste ait ön-testi sonuçları ortak değişken (covariate) olarak atanmıştır. Örneğin son-test SB'ye ait ortak değişken ön-test SB puanları olmuştur.

Tablo 25. Son-test puanları Kovaryans (ANCOVA) Analizi Sonuçları

Ölçümler	F	sd	p	Bonferroni çiftlerinin karşılaştırılması		İlişki
				AO Farkı	p	
SB	25,992	2	0,000			
G1 ve G2				0,403	1,000	
G2 ve G3				9,986	0,000	G2>G3
G1 ve G3				10,388	0,000	G1>G3
ÖB	12,583	2	0,000			
G1 ve G2				-3,608	0,006	G2>G1
G2 ve G3				6,139	0,000	G2>G3
G1 ve G3				2,531	0,141	
MÇB	25,948	2	0,000			
G1 ve G2				-0,021	1,000	
G2 ve G3				2,191	0,000	G2>G3
G1 ve G3				2,171	0,000	G1>G3
DAİS	30,91	2	0,000			
G1 ve G2				-2,866	0,647	
G2 ve G3				18,138	0,000	G2>G3
G1 ve G3				15,272	0,000	G1>G3

Sınıflandırma bölümüne ilişkin daha önce verilen betimsel istatistiklerde deney grupları birbirine oldukça yakın olmasına rağmen kontrol grubunun daha düşük ortalamalara sahip olduğu görülmüştür. Yapılan ANCOVA testi sonucu sınıflandırma bölümünde deney grupları arasında (G1 ve G2) istatistiksel bir farklılık görülmezken

kontrol grubu deney gruplarına göre daha düşük performans sergilemiştir. G3'ün sergilediği bu performans G3-G1 ve G3-G2 arasında anlamlı bir farklılık oluşturmuştur.

Özellikler bölümünde ise G2-G1, G2-G3 arasında istatistiksel bir farklılık görülürken G1-G3 arasında istatistiksel olarak bir farklılık yoktur. Burada en göze çarpan sonuç deney grupları olan G1 ve G2 puanları arasında istatistiksel olarak farklılık olmasıdır. Çalışmada dinamik geometri yazılımların karşılaştırılması amaçlanmamasına rağmen Cabri Geometry yazılımını kullanan grup özellikler bölümünde daha başarılı olmuştur. Araştırmacının aldığı alan notlarına göre the Geometric Supposer yazılımını kullanan öğrenciler dörtgenlerin paralellliğini belirlemede sorun yaşamıştır. Şöyle ki Cabri Geometry'de paralellliği sorgulamak adına doğrudan *Paralel Mi?* menü çubuğu yer alırken, diğer yazılımda paralellliği doğrudan sorgulayan böyle bir özellik yoktur. Bu ise ÖB'de paralellüğün sorgulandığı yamuk, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen ve kare maddelerinde G1'in G2'ye göre daha düşük puan aldığı görülmektedir (Tablo 22). Kontrol grubu öğrencileri de benzer şekilde dörtgenlerin paralellliğini belirlemede G1 gibi sorunlar yaşamıştır. Bu ise G3 ile G2 arasında anlamlı bir farklılığın oluşması ile sonuçlanmıştır. Benzer süreçlerden geçen G1 ve G3 ise dörtgenlerin genel özelliklerini belirlemede eşit performanslar sergilemiştir.

MÇB'de ise G1-G3, G2-G3 arasında istatistiksel bir farklılık görülürken deney grupları ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Tablo 26'dan da görülebileceği üzere deney gruplarının kullandıkları yazılımlar dörtgenler arası dönüşümlere müsaade ettiğinden deney grubu öğrencileri dörtgenler arasında denk düzeyde mantıksal çıkarım yapabilmişlerdir. Kontrol grubu öğrencileri ise mantıksal çıkarım yapmada esas olarak kullandıkları geometrik şeritlerin kısıtlı dönüşümlere izin vermesi sebebiyle deney gruplarına göre daha düşük düzeyde mantıksal çıkarım yapabilmıştır.

SB, ÖB ve MÇB'den oluşan DAİS toplam puanlarına yapılan ANCOVA testi sonucu deney gruplarının birbirine istatistiksel olarak denk olduğu görülmüşken kontrol grubu öğrencileri dörtgenleri hiyerarşik olarak sınıflandırmada G1 ve G2'ye göre daha istatistiksel olarak daha düşük performans sergilediği görülmüştür.

Dörtgenlerin hiyerarşik olarak sınıflandırılmasını gruplara göre etkililiğini incelemeye kullanılan bir diğer test ise Hiyerarşik Şema Sınavı'dır (HŞS). Önceki

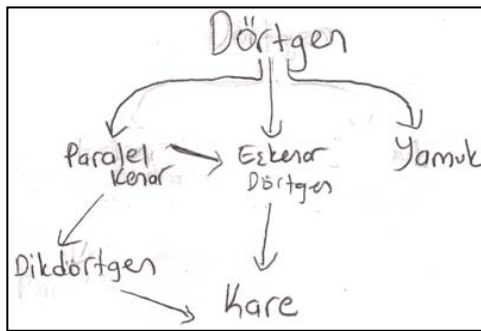
bölemlerde ifade edildiği üzere bu sınav gruplara yalnızca son-testte uygulanmıştır. Grupların son-testte aldığı HŞS'ye ilişkin bulgular Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. HŞS'nin gruplara göre betimsel istatistikleri

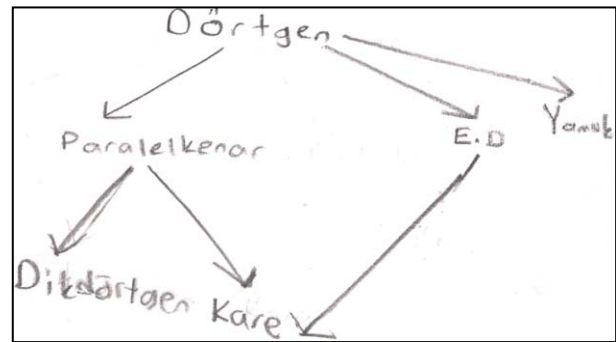
	Grup 1					Grup 2					Grup 3				
Ölçüm	N	AO	SS	Min	Mak	N	AO	SS	Min	Mak	N	AO	SS	Min	Mak
HŞS	24	8,71	2,84	4	14	26	8,54	2,44	4	14	23	6,5	1,85	4	11

Tabloya göre deney gruplarının ortalamaları birbirine yakın görünürken kontrol grubu öğrencilerinin daha düşüktür. Diğer yandan Grup 3'deki öğrencilerin puanları birbirine oldukça yakın dağılım gösterirken deney grupları kontrol grubuna göre daha heterojendir.

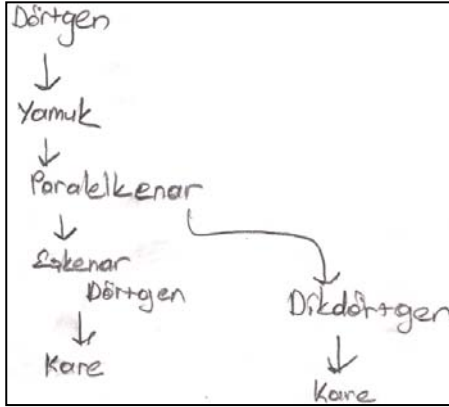
Her üç grupta da öğrencilerin hepsi oluşturduğu şemada dörtgeni şemanın en üstüne yerleştirmişlerdir. Diğer yandan yamuk genellikle yalnızca dörtgen ile ilişkilendirirken deney gruplarından az sayıda öğrenci yamuğun hiyerarşik olarak altına başka türler yerleştirmiştir (Şekil 36 c ve e'deki gibi). Deney gruplarında öğrenciler kareyi yüksek oranda hiyerarşik olarak eşkenar dörtgenin altına yazarken (Şekil 36 a, b, c, d, f'deki gibi) dikdörtgenin altına yerleştirilen kare sayısı (Şekil 36 a, c'deki gibi) daha azdır. Diğer yandan deney gruplarında öğrencilerin büyük bir kısmı paralelkenarın hiyerarşik olarak altına dikdörtgen, eşkenar dörtgen veya kareden en az birini yerleştirmiştir. Deney gruplarından grup 2'de en yaygın olarak karşılaşılan şemalardan biri Şekil 36 a'daki gibidir. Şekil 36 a'daki sınıflandırma düzeni kullandıkları yazılımda (the Geometric Supposer) dörtgen çizmeleri için kullandıkları adımlardan oluşmaktadır, bu ise yazılımdaki dörtgen düzeninden (Ek 2) etkilendiklerini göstermektedir. Grup 1'den iki ve Grup 2'den bir öğrenci Şekil 36 c'deki gibi tam olarak doğru bir hiyerarşik şema oluşturabilmiştir.



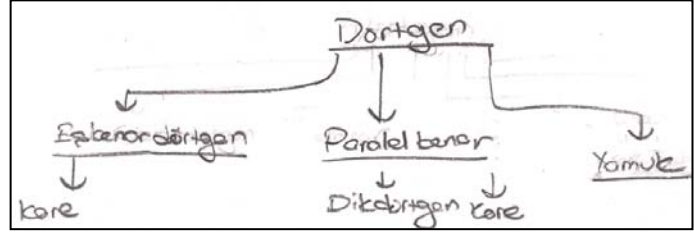
Şekil 36 a



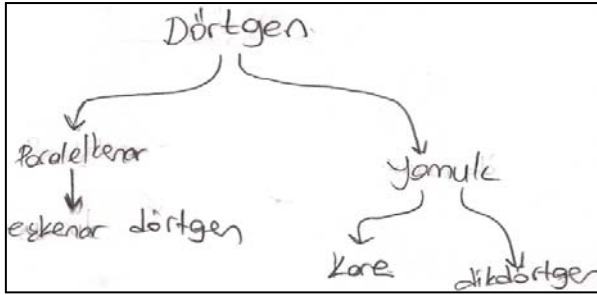
Şekil 36 b



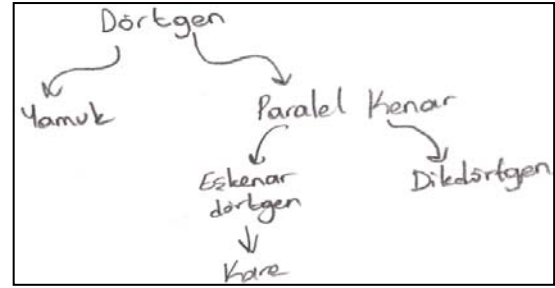
Şekil 36 c



Şekil 36 d



Şekil 36 e

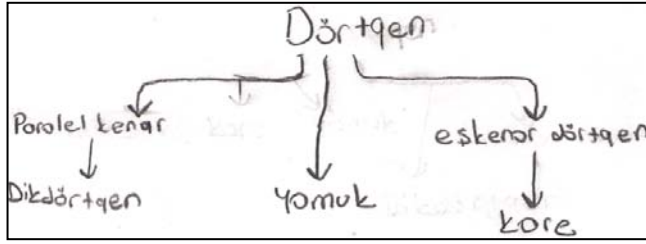


Şekil 36 f

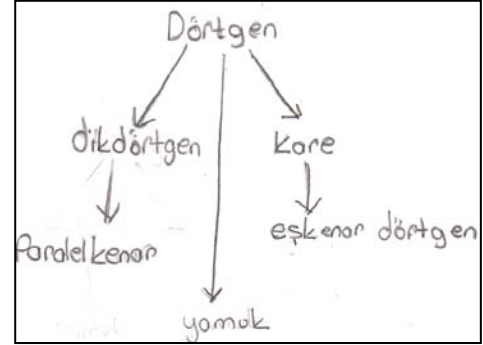
Şekil 36. Deney gruplarının oluşturduğu hiyerarşik şemalardan örnekler

Kontrol grubu öğrencileri dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri çoğunlukla şemada eksik göstermişlerdir. Aşağıda Grup 3'te karşılaşılan en yaygın işaretlemelerden bazıları verilmiştir (Şekil 37). Bu şemalar incelendiğinde geometrik şeritlerin izin verdiği dörtgenler arası dönüşümlerin etkili olduğu görülmektedir. Geometrik şeritlerle Şekil 37 a'daki PK-D, D-Y, ED-K dönüşümünü yapmak mümkündür. Bu sebeple öğrenci *paralelkenar bazen dikdörtgendir, eşkenar dörtgen bazen karedir* vs. mantığı ile böyle bir şema oluşturmuştur. Şekil 37 b'deki öğrenci ise DD-PK, K-ED, D-Y dönüşümlerini ele alarak *dikdörtgen bazen paralelkenardır, kare bazen bir eşkenar dörtgendir* şeklinde düşünerek şema oluşturmuştur. Gerçekten de geometrik şeritle oluşturulmuş bir eşkenar dörtgen köşelerinden çekildiğinde bir kareye; benzer şekilde kare de genel bir eşkenar dörtgene dönüşebilmektedir. Şekil 37 c'deki öğrenci geometrik şeritlerin dönüşümlerine müsaade ettiği ED-K çiftindeki ilişkiyi doğru belirtirken, DD-PK çiftlerini yanlış belirtmiştir. DD-PK Şekil 37 d'deki öğrenci ise tam olarak geometrik şeritte olabilecek dönüşümlerin bir aynasını yansıtmıştır. Çünkü bu öğrenci geometrik şeritlerin müsaade

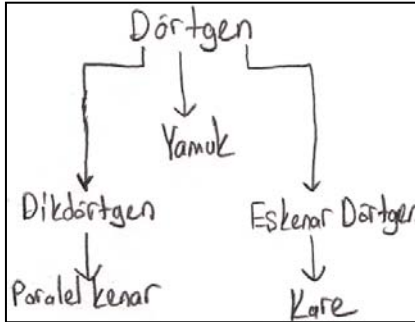
ettiği dönüşümleri şemasına taşımıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin oluşturdukları hiyerarşik şemalar göz önüne alındığında genel olarak paralelkenarı dikdörtgenle ve dörtgenle; dikdörtgeni paralelkenarla ve dörtgenle; yamuğu ise dörtgenle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Öğrencilerin bir kısmı ise Şekil 37 b'deki DD-PK, K-ED gibi çiftlerin ikili hiyerarşik özelliklerini yanlış belirlemişlerdir. Bu gruptaki öğrencilerin hiçbiri doğru bir hiyerarşik şema oluşturamamıştır.



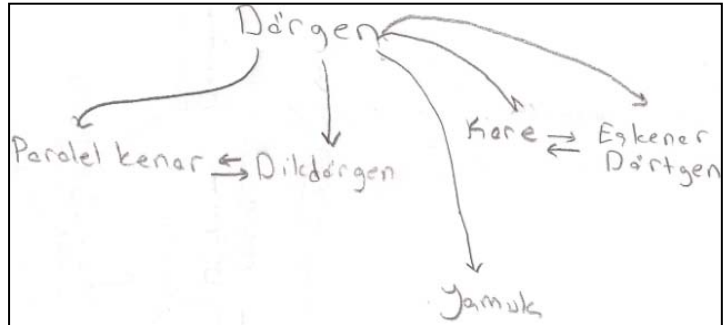
Şekil 37 a



Şekil 37 b



Şekil 37 c



Şekil 37 d

Şekil 37. Kontrol grubunun oluşturduğu hiyerarşik şemalardan örnekler

Görülüyor ki farklı öğrenme ortamlarında çalışan öğrenciler birbirinden farklı nitelikte hiyerarşik şema oluşturmuştur. Dinamik geometri yazılımları ile çalışan deney grupları ile somut materyal kullanan grupların hiyerarşik şema oluşturmaları bakımından olası istatistiksel farklılıklarını test etmek adına ise alınan puanlara öncelikli olarak Kruskal Wallis H-Testi (Tablo 27) uygulanmıştır.

Tablo 27. Grupların HŞS puanlarına ilişkin Kruskal Wallis H-Testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ort.	sd	χ^2	p
G1	24	42,56	2	12,056	0,002
G2	26	41,62			
G3	22	23,84			

Tablo 27 incelendiğinde grupların dörtgenler arasında hiyerarşik şema oluşturma bakımından istatistiksel farklılık görüldüğü anlaşılmaktadır ($p < .05$). Ancak, bu test ile hangi grupların puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülememektedir. Bu sebeple grupların HŞS puanlarını ikili karşılaştırmak adına Mann Whitney U Testi uygulanmıştır (Tablo 28).

Tablo 28. G1 ve G2'ye yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Grup 1	24	26,00	624,00	300	0,811
Grup 2	26	25,04	651,00		

Tablo 29. G2 ve G3'e yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Grup 2	26	30,08	782,00	141	0,002
Grup 3	22	17,91	394,00		

Tablo 30. G1 ve G3'e yönelik yapılan HŞS Mann Whitney U Testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Grup 1	24	29,06	697,50	130,50	0,003
Grup 3	22	17,43	383,50		

Grupların HŞS puanları ikili olarak Mann Whitney U Testi ile karşılaştırıldığında deney grupları Grup 1 ve Grup 2 arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamışken (Tablo 28), Grup 1 ve Grup 3 ile Grup 2 ve Grup 3 puanları arasında anlamlı bir farklılığa

ulaşmıştır (Tablo 29 ve 30). Yani deney grupları kontrol grubuna göre hiyerarşik şema oluşturma bakımından istatistiksel olarak daha yüksek bir performans sergilemiştir.

3.1.3. Van Hiele Düzeylerine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin van Hiele düzeylerini belirleyebilmek için Ususkin (1982) tarafından geliştirilmiş olan van Hiele Geometri Anlama Testi (VHGAT) ön-test ve son-test olarak gruplara uygulanmıştır. Grupların ön-test VHGAT puanlarına ilişkin betimsel istatistikleri Tablo 31’de verilmiştir. Tablo 31 incelendiğinde sınavdan G1’in 1,71; G2’nin 1,85 ve G3’ün 1,72 ortalamalarını elde ettikleri görülmektedir. Bu değerleri ise grupların sınav ortalamalarının birbirine oldukça yakın olduklarına işaret etmektedir.

Tablo 31. Grupların VHGAT ön-test sınavlarının betimsel istatistikleri

Ölçüm	Grup 1			Grup 2			Grup 3		
	N	AO	SS	N	AO	SS	N	AO	SS
VHGAT	24	1,71	2,12	26	1,85	1,79	22	1,72	1,83

Tablo 32’de ise her bir grupta öğrencilerin puanları ile buldukları van Hiele düzeylerinin ilişkilendirilmiştir. İlgili tablo incelendiğinde VHGAT ön-testte her üç grupta da öğrencilerin büyük bir bölümü van Hiele 1. düzeyde yer aldığı görülmektedir. Diğer yandan Grup 1’de 12; Grup 2’de 8 ve Grup 3’de 7 öğrenci van Hiele düzeylerinden herhangi birine yerleşememiştir. Van Hiele 3. düzeyde olan öğrenci sayısı her üç grupta da oldukça düşük seviyededir. Diğer gruplara nazaran Grup 2 adına dikkat çekici bir durum ise 26 öğrenciden 7’si van Hiele 2. düzeyde yer alması olmuştur.

Tablo 32. Ön-test VHGAT puanlarının van Hiele düzeylerine göre dağılımı

p /ks	Düzyen 1	Düzyen 2	Düzyen 3	Herhangi bir düzyene yerleşemeyenler				
	1 p	3 p	7 p	0 p	2 p	4 p	5 p	6 p
Grup 1	8	2	2	8	2	1	1	-
Grup 2	9	7	2	6	2	-	-	-
Grup 3	10	4	1	5	-	1	1	-

p: puan; ks: kişi sayısı

Tablo 33’de puan dağılımları sunulan grupların ön-testte aldığı sonuçların istatistikleri ve grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirleyebilmek için yapılan Kruskal Wallis H-Testi sonuçları ise Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Ön-test VHGA T’e ilişkin Kruskal Wallis H-Testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ort.	sd	χ^2	p
G1	24	34,42	2	0,446	0,800
G2	26	38,19			
G3	22	36,77			

Kruskal Wallis H-Testi sonuçları incelendiğinde grupların ortalamalarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. p değerinin anlamlı çıkmaması ($p > .05$) grupların uygulama öncesi van Hiele düzeyleri bakımından birbirine istatistiksel olarak denk olduklarını göstermiştir.

Uygulamaların bitiminin ardından VHGA T tekrar üç gruba uygulanmıştır. Grupların son-test VHGA T sonuçlarına bakıldığında (Tablo 34) her üç grubun da sınav ortalamasının yükseldiği görülmüştür.

Tablo 34. Grupların VHGA T son-test sınavlarının betimsel istatistikleri

Ölçüm	Grup 1			Grup 2			Grup 3		
	N	AO	SS	N	AO	SS	N	AO	SS
VHGA T	24	2,42	2,19	26	2,42	2	22	2,64	1,76

Son-teste ilişkin betimsel istatistikler incelendiğinde her üç grup da ön-testte 2’nin altındaki değerlerde aritmetik ortalamaya sahip iken son-testte grupların ortalaması 2’nin üzerine çıkmıştır. Ayrıca, grupların son-testte de birbirine oldukça yakın puan aldıkları görülmektedir. Daha açıklayıcı olması adına ön-testtekine benzer olarak son-test VHGA T’de de öğrencilerin aldıkları puanlar ile van Hiele düzeyleri Tablo 35’de ilişkilendirilmiştir.

Tablo 35. Son-test VHGA T puanlarının van Hiele düzeylerine göre dağılımı

p/ks	Düzyey 1	Düzyey 2	Düzyey 3	Herhangi bir düzyeyeye yerleşemeyenler				
	1 p	3 p	7 p	0 p	2 p	4 p	5 p	6 p
Grup 1	5	10	2	4	1	2	-	-
Grup 2	8	11	2	1	3	-	-	1
Grup 3	3	11	1	3	2	1	-	1

p: puan; ks: kişi sayısı

Tablo 35 incelendiğinde her üç grupta da öğrencilerin büyük çoğunluğunun van Hiele 2 düzeyinde yer aldığı görülmüştür. Ön-testte öğrencilerin büyük çoğunluğu van Hiele 1. düzyeye atanmış veya herhangi bir düzyeye atanamamış iken bu durum son-testte van Hiele 2 lehinde sonuçlanmıştır. Buna karşılık van Hiele 3 düzeyine çıkabilen öğrenci sayısı son-testte de oldukça az sayıdadır. Son-testte G1'den 7; G2'den 5 ve G3'den 7 öğrenci herhangi bir düzyeye atanamamıştır.

Öğrenme ortamlarını kendi içerisinde karşılaştırmak adına grupların ön-test ve son-test VHGA T puanlarına puanlara Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanarak her bir grubun ön-test son-test puanları arasındaki istatistiksel farklılıklar sorgulanmıştır. İlgili tablo incelendiğinde Grup 1'in ön-test ve son-test puanları arasında (Tablo 36) anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır ($p > .05$). Ancak, 0,048 olan p değeri .05'e oldukça yakın çıkmıştır. Diğer yandan Grup 2 ve Grup 3'ün ön-test ve son-test puanları arasında (Tablo 37 ve 38) anlamlı bir farklılık oluşmamıştır ($p < .05$). Bu ise her üç grupta da öğrencilerinin uygulamadan sonra VHGA T ortalamalarını yükseltmelerine rağmen bu artışın van Hiele geometrik düşünce düzeylerini anlamlı bir şekilde artırmadığını göstermiştir.

Tablo 36. Grup 1'in VHGA T ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Ön ve Son-test	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif sıra	5	10,60	53,00	-1,974	0,048
Pozitif sıra	15	10,47	157,00		
Eşit	4				

Tablo 37. Grup 2'in VHGAT ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Ön ve Son-test	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif sıra	4	8,13	32,50	-1,865	0,062
Pozitif sıra	12	8,63	103,50		
Eşit	10				

Tablo 38. Grup 3'ün VHGAT ön-test ve son-test puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Ön ve Son-test	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif sıra	6	8,08	48,50	-1,900	0,057
Pozitif sıra	13	10,88	141,50		
Eşit	3				

Son olarak grupların van Hiele düzeylerine yönelik farklılıkları belirleyebilmek için son-test puanlarına Kruskal Wallis H-Testi uygulanmıştır (Tablo 39).

Tablo 39. Son-test VHGAT Kruskal Wallis H-Testi Analizi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ort.	sd	χ^2	p
G1	24	34,42	2	0,446	0,800
G2	26	38,19			
G3	22	36,77			

Tablo 39'da sunulan Kruskal Wallis H-Testi sonuçlarına göre grupların VHGAT puanları bakımından istatistiksel bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir ($p > .05$). Yani, grupların uygulama sonunda van Hiele düzeyleri bakımından birbirine denk düzeydedir.

3.2. Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin dörtgenler arası geçişleri nasıl kurduklarını belirleyebilmek için mülakatlardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Öncelikle öğrencilerin ön-mülakatta her

bir dörtgen türüne yönelik algıları ortaya koyulmuştur. Öğrencilerin sınavlara verdiği cevaplar okunup notu sınavın ön yüzüne yazılması sebebiyle, araştırmacı öğrenci cevaplarını temize çekmiş ve mülakat sırasında öğrenciye vermiştir. Öğrenci sınava verdiği cevapları buradan takip etmişken öğrenci cevaplarının orijinal hali araştırmacıda kalmıştır. Ayrıca, mülakatların başında öğrencilere sınavda verdiği cevapları isterse değiştirebileceği bildirilmiştir. Mülakatın akışı DAİS’de yer alan dörtgen sırasına göre ilerlemiştir. Görüşülen öğrencilerin ön-test sınav bilgileri Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Mülakat öğrencilerine yönelik bazı bilgiler

Öğrenci Kodu	Cinsiyet	Şubesi	Grup	DAİS Notu	Öğrenci düzeyi
Öğrenci 1	E	7-A	Grup 1	52	Başarılı
Öğrenci 2	E	7-A	Grup 1	30	Orta düzeyde
Öğrenci 3	K	7-A	Grup 1	20	Düşük düzeyde
Öğrenci 4	E	7-B	Grup 2	55	Başarılı
Öğrenci 5	K	7-B	Grup 2	36	Orta düzeyde
Öğrenci 6	E	7-B	Grup 2	21	Düşük düzeyde
Öğrenci 7	K	7-C	Grup 3	50	Başarılı
Öğrenci 8	E	7-C	Grup 3	35	Orta düzeyde
Öğrenci 9	E	7-C	Grup 3	24	Düşük düzeyde

Ön mülakatlarda (ÖM) öğrencilerin dörtgenlere yönelik görüşlerinden bazıları bu bölümde sunulmuştur. Dörtgen türlerinin sunum sırası mülakat sırasına göre oluşturulmuştur.

- *DÖRTGEN (ÖM)*

Grup 1’de orta düzeyde başarılı öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 2 sınavda A,B,D,F,H,J,L,M,N,O,P,R,T şekillerini dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Bir şekle dörtgen ne zaman dersin?
 Öğrenci 2 : Kenarlarına bakarım, 4 tane kenarı varsa derim: yoksa demem.
 Araştırmacı : Dörtgen olarak işaretlediklerin arasında hepsinin kenar sayısı 4 mü?
 Öğrenci 2 : Evet.

- Araştırmacı : E'nin kenar sayısı kaç?
 Öğrenci 2 : E'nin kenarları içe geçmiş, daha çok üçgene benziyor.
 Araştırmacı : E dörtgen değil midir?
 Öğrenci 2 : Bence değil.
 Araştırmacı : K'nin kenar sayısı kaç?
 Öğrenci 2 : Dört.
 Araştırmacı : Peki, o bir dörtgen mi o zaman?
 Öğrenci 2 : Hayır, dörtgen öyle olmaz ki. Onun kenarları birleşmemiş.
 Araştırmacı : Yani kapalı değil mi demek istiyorsun?
 Öğrenci 2 : Evet, içi açık olmayacak.
 Araştırmacı : P sana göre niçin bir dörtgendir?
 Öğrenci 2 : Onun da dört kenarı var, bir de kapalı.
 Araştırmacı : Mesela dörtgen dediğin şekillerden B ile P'nin kenarları arasında fark var mı?
 Öğrenci 2 : B'nin kenarları düz, P'nin kenarları eğri gibi.
 Araştırmacı : Dörtgenin kenarları eğrisel olabilir mi?
 Öğrenci 2 : Bana göre olur.

Öğrencinin dörtgenlere yönelik verdiği cevaplara göre Öğrenci 2 dört kenarlı ve kapalı şekilleri dörtgen olarak ele almaktadır. Bu sebeple kare, dikdörtgen gibi özel geometrik şekilleri dörtgen olarak doğru ifade etmiştir. Ancak, dörtgenin kenarlarının eğrisel olabileceği yönünde yanlış algılamaya sahiptir. Öğrencinin hataya düştüğü diğer bir nokta içbükey (konkav) dörtgenleri belirlemede ortaya çıkmıştır.

Grup 1'de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 3 sınavda B,D,J,L şekillerini dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Sınavda yalnızca B,D,J ve L'ye dörtgen demişsin. Niçin bunlar sana göre dörtgen?
 Öğrenci 3 : Öğretmenim B,D,J,L'nin dört kenarı var, kenarları birbirine dik.
 Araştırmacı : İşaretlediklerin arasından açıları dik olmayan var mı hiç?
 Öğrenci 3 : Yok. Hepsinin dik.
 Araştırmacı : Mesela H şekli sana göre niçin bir dörtgen değildir?
 Öğrenci 3 : Onun kenarları yatık?
 Araştırmacı : Nasıl?
 Öğrenci 3 : Mesela D gibi düz değil bakınca, yan yatmış.
 Araştırmacı : H'nin üzerindeki oklar ne anlama geliyor?
 Öğrenci 3 : Onu bilmiyorum.
 Araştırmacı : Peki, N niçin bir dörtgen değil?
 Öğrenci 3 : O da yan yatmış biraz.
 Araştırmacı : N'nin üzerindeki işaretler nedir, peki?
 Öğrenci 3 : Onu da bilmiyorum.
 Araştırmacı : N'nin kenarları eşit mi?
 Öğrenci 3 : Şu kenarları eşit [karşılıklı kenarları gösterir]
 Araştırmacı : B'nin kenarları eşit mi?

- Öğrenci 3 : Onun tüm kenarları eşit.
 Araştırmacı : Nasıl anladın?
 Öğrenci 3 : Kenarları düz duruyor ve bakınca eşit olduğu gözüküyor.

Öğrencinin 3 kenarları dik olan şekilleri dörtgen olarak ifade etmektedir. Bu sebeple sahip olduğu bu yanlış bilgiyle kare ve dikdörtgen dışında hiçbir şekli dörtgen olarak ele almamıştır. Diğer yandan öğrenci şekil üzerinde yer alan paralellik, diklik ve eşlik işaretlerini anlamlandırmada sorun yaşamaktadır.

Grup 2’de orta düzeyde başarılı gösteren öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 5 sınavda B,D,J,F,H,L,M,N,O,P,R,T şekillerini dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Sana verilen şekiller arasından çok sayıda dörtgen işaretlemiştir. Bunları neye göre işaretledin?
 Öğrenci 5 : Kenarlarına baktım, dört kenarlıların harfini yazdım.
 Araştırmacı : E şekli dörtgen midir sence?
 Öğrenci 5 : Ya, onun kenarları bana değişik geldi, biraz üçgeni andırıyor bana. Ondan işaretlemedim onu.
 Araştırmacı : P’ye niye dörtgen dedin?
 Öğrenci 5 : Onun dört kenarı olduğu için.
 Araştırmacı : N’nin?
 Öğrenci 5 : Onun da.
 Araştırmacı : N ile P’nin kenarları birbirine benziyor mu?
 Öğrenci 5 : Aslında ikisinin kenarları da eşit çizilmiş bakınca ama P’nin kenarları düz değil, yamuk.
 Araştırmacı : Kenarları eğrisel olan dört kenarlı şekiller dörtgen olur mu?
 Öğrenci 5 : Bunu sınavda da çok düşünmüştüm ama bence olabilir.
 Araştırmacı : Peki, A’ya niçin bir dörtgen değildir?
 Öğrenci 5 : Onda diğerleri gibi hiçbir özellik yok. Ondan dedim.
 Araştırmacı : Nasıl özellikler yok mesela?
 Öğrenci 5 : Mesela, B’nin D’nin açıları dik onun değil. Kenarları eşit değil, uzunlukları birbirinden farklı. Başka aklıma gelmiyor?
 Araştırmacı : Mesela F niye bir dörtgen?
 Öğrenci 5 : Onda ise paralellik işareti var. Bu yüzden yazdım.

Öğrenciye göre dört kenarı olan ve kenarları arasında eşlik paralellik veya diklik olan şekiller dörtgendir. Bu sebeple Öğrenci 5 özel dörtgen türlerini doğru belirleyebilmişken genel dörtgenleri (dışbükey ve içbükey) bu kategori dışarısında bırakmıştır.

Grup 1’de başarılı öğrenci olarak seçilen Öğrenci 7 sınavda A,B,D,E,F,H,J,L,M,N, O,R,T şekillerini dörtgen olarak işaretlemiştir. Öğrencinin verdiği cevaplardan özel ve genel dörtgenleri belirlemede tam anlamıyla doğru bir algılamaya sahip olduğu görülmüştür.

- Araştırmacı : Sana verilen şekiller arasından çok sayıda şekli dörtgen olarak belirtmişsin. Niçin yazdıkların sana göre bir dörtgendir?
- Öğrenci 7 : Hepsinin dört kenarı var ve kapalıdır.
- Araştırmacı : E, niçin bir dörtgenidir?
- Öğrenci 7 : Onunda kenarları dört tane.
- Araştırmacı : Peki, P şekline niçin dörtgen demedin?
- Öğrenci 7 : Onu kenarları yamuk.
- Araştırmacı : Dörtgenin kenarları P gibi eğrisel olmaz mı?
- Öğrenci 7 : Bence olmaz. Ona başka bir şey diyorduk ama unuttum.

- *KARE (ÖM)*

Grup 1’de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak seçilen Öğrenci 3 sınavda B ve J şekillerini dörtgen olarak işaretlemiştir. Öğrenci 3’ün kareyi doğru örneklemesine rağmen matematiksel özelliklerini ifade etmede sıkıntı yaşadığı görülmektedir.

- Araştırmacı : Bir şekil senin için ne zaman karedir?
- Öğrenci 3 : Öğretmenim, tüm kenar uzunlukları eşitse ve tüm açıları birbirine eşitse.
- Araştırmacı : Burada hangi şekiller sana göre karedir?
- Öğrenci 3 : Öğretmenim B. Öğretmenim J. Başka da yok.
- Araştırmacı : Karenin açıları kaçar derece olmalıdır?
- Öğrenci 3 : [düşünür] Bilmiyorum ama eşit olmalıdır.
- Araştırmacı : İşaretlediklerinin açılarının eşit olduğunu nasıl anladın?
- Öğrenci 3 : Bana eşit gözüktü.
- Araştırmacı : [araştırmacı diklik işaretini gösterir] Mesela, B üzerindeki şu işaret nedir?
- Öğrenci 3 : Emin değilim ama herhalde açıları aynı demek.
- Araştırmacı : Peki, R bir kare midir?
- Öğrenci 3 : Yok, onda o işaret yok hem, hem de yan yatmış.

Grup 3’de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak seçilen Öğrenci 9 sınavda B,J ve R şekillerini kare olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Sınavda B,J ve R’yi kare olarak işaretlemiştin. B niçin bir karedir?
- Öğrenci 9 : Tüm açıları dik. Tüm kenarları eşit olduğu için.
- Araştırmacı : Peki J?
- Öğrenci 9 : O da aynı.
- Araştırmacı : R’ye ne dersin?
- Öğrenci 9 : Onu da B,J gibi yaptım.
- Araştırmacı : R’nin açıları dik açı mı?
- Öğrenci 9 : Evet, ama düz bakınca eşit değil. Kâğıdı çevirince eşit gözüktü bana.
- Araştırmacı : Kare olup olmadığına nasıl karar verdin?

Öğrenci 9 : Açılırları ve kenarları eşit olduğu için karedir dedim.

Öğrenci kareye dair doğru teorik bilgiye sahip olduğu gözükse de kare örneklerini göstermede sıkıntı yaşamıştır. Genel bir eşkenar dörtgen olan R üzerinde açılarının dik olduğu yönünde yaşadığı algı yanılması ile şekli kare olarak belirtmiştir.

- *EŞKENAR DÖRTGEN (ÖM)*

Grup 2’de başarı düzeyi yüksek olarak belirlenen Öğrenci 4 sınavda B,J,N,R şekillerini eşkenar dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Sınavda eşkenar dörtgen olarak B,J,N ve R’yi işaretlemiştir. N niçin bir eşkenar dörtgen mesela?
- Öğrenci 4 : Eşkenar dörtgende tüm kenarlar birbirine eşit olmalıdır, N’de de eşit.
- Araştırmacı : Peki B?
- Öğrenci 4 : O aslında karedir ama bir de eşkenar dörtgendir. Karenin tüm kenar uzunlukları aynı yine.
- Araştırmacı : Eşkenar dörtgenin açıları dik olabilir mi?
- Öğrenci 4 : Evet, tüm açılar birbirine eşit de olabilir. Adından belli kenarları eşit olmalı...

Öğrenci 2 eşkenar dörtgen örneklerini göstermede tam olarak doğru bir bakış açısına sahiptir. Öğrenci, eşkenar dörtgene hiyerarşik tanımlama mantığı ile yaklaşarak kareyi de eşkenar dörtgen örneği olarak sunabilmiştir.

Grup 3’de başarı düzeyi yüksek olarak belirlenen Öğrenci 7 sınavda N ve R şekillerini eşkenar dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Hangisi ya da eşkenar dörtgendir diye sorulmuş ve N,R demiştir. Sana göre bunlar niçin bir eşkenar dörtgendir?
- Öğrenci 7 : Çünkü ikisinin de tüm kenar uzunlukları birbirine eşit, kenarları eş.
- Araştırmacı : Peki, J’nin de kenarları birbirine eş midir?
- Öğrenci 7 : J, bir kare. O yüzden hepsi birbirine eşit kenarların. Ama o bir eşkenar dörtgen değildir.
- Araştırmacı : Niçin J bir eşkenar dörtgen değildir?
- Öğrenci 7 : Eşkenar dörtgenin açıları 90 olmaz. Karşılıklı açıları eşit olur.

Öğrenci 7 eşkenar dörtgene yönelik prototip bir algıya sahiptir. Öğrenci kare dışında tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olan geometrik şekilleri eşkenar dörtgen olarak isimlendirmiştir.

Grup 2’de orta düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak seçilen Öğrenci 5 sınavda H ve M şekillerini eşkenar dörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Hangileri eşkenar dörtgendir diye sorulmuş, sen H ve M’yi işaretlemişsin. Niçin?
 Öğrenci 5 : Birbirine bakan açıları eşit.
 Araştırmacı : Hangi açıları?
 Öğrenci 5 : [Öğrenci karşılıklı açıları gösterir]
 Araştırmacı : Kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır eşkenar dörtgenin?
 Öğrenci 5 : Karşılıklı eşittir.
 Araştırmacı : Kenar uzunluklarının hepsi birbirine eşit olamaz mı?
 Öğrenci 5 : Hayır, bence olmaz.
 Araştırmacı : Şimdi bir daha tekrarlayalım. Bir şekil sana göre hangi koşullarda eşkenar dörtgendir?
 Öğrenci 5 : Birbirine bakan açıları eşit olanlar onlar benim için eşkenar dörtgendir.
 Araştırmacı : Peki, D’nin de karşılıklı açıları birbirine eşit midir?
 Öğrenci 5 : Hayır, onun tüm açıları eşit.

Öğrenci 5’in eşkenar dörtgene yönelik yanlış bir algılamaya sahip olduğu görülmektedir. Matematiksel ifadeleri açıklamada sorun yaşayan öğrenci genel paralelkenar örneklerini eşkenar dörtgen olarak isimlendirme eğilimindedir.

Grup 3’de orta düzeyde başarılı öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 8 sınavda B,J,N ve R şekillerini dikdörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : B,J, N ve R’ye kare demişsin? Sana göre bir şekil ne zaman karedir?
 Öğrenci 8 : Şekilde tüm kenarlar eşitse ve dört kenarı varsa.
 Araştırmacı : İşaretlediklerinin hepsinin tüm kenar uzunlukları eşit midir?
 Öğrenci 8 : Evet.
 Araştırmacı : Peki, açıları da eşit midir?
 Öğrenci 8 : Açılar farklı. B ve J’nin açılarının hepsi 90^0 . N ve R biraz B ve J’den farklı, açıları 90^0 değil.
 Araştırmacı : Karenin açıları arasında nasıl bir ilişki vardır?
 Öğrenci 8 : Tüm açılar 90 olabilir veya karşılıklı açılar eşit olabilir.

Öğrenci 8 kareye yönelik sahip olduğu kısıtlı bakış açısı ile genel ve özel eşkenar dörtgen türlerini kare olarak isimlendirme eğiliminde olduğu görülmektedir.

- *YAMUK (ÖM)*

Grup 1’de başarı düzeyi yüksek öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 1 sınavda F,E,A,G,I,O,P,S,T şekillerini yamuk olarak işaretlemesine rağmen mülakatta yalnızca F ve O’nun yamuk olduğuna kanaat getirmiştir.

- Araştırmacı : Şekiller arasından hangisi ya da hangileri yamuktur diye sormuşum, sen ise çok sayıda şekli yamuk olarak belirtmişsin. Bunları niye göre yazdın?
- Öğrenci 1 : Aslında ben bazılarını yanlış yapmışım. Bana göre buradakilerin hepsi yamuk değil. Değiştirme oluyor mu?
- Araştırmacı : Evet, sınavdaki cevaplarının aynısını söylemek zorunda değilsin. Mesela şimdi sana sorsam hangileri yamuktur diye, bana ne dersin?
- Öğrenci 1 : F ve O’ya yamuk derim yalnızca.
- Araştırmacı : Niçin?
- Öğrenci 1 : Çünkü dört kenarı ve dört köşesi var ve iki kenarı [karşılıklı bir kenar çifti] paralel onların.
- Araştırmacı : M niye bir yamuk değildir o halde?
- Öğrenci 1 : Çünkü o paralelkenar.
- Araştırmacı : Paralelkenar gibi yamuk olamaz mı?
- Öğrenci 1 : Hayır.
- Araştırmacı : Peki, T bir yamuk mu?
- Öğrenci 1 : Onda hiç paralellik yok ki. Olmaz...

Öğrencinin 1’e göre bir şekli yamuk olarak ifade edilebilmesi için dört kenara sahip olmalı ve yalnızca bir kenar çifti birbirine paralel olmalıdır. Öğrenci sahip olduğu bu bakış açısı ile özel yamuk çeşitlerini (PK,ED,DD,K) belirleyememiştir.

Grup 2’de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 6 sınavda A,G,I,K,P şekillerini yamuk olarak işaretlerken mülakatta yalnızca K ve I’yı yamuk olarak ifade etmiştir.

- Araştırmacı : Yamuk için verdiğin cevapları inceleyelim. Mesela A niçin bir yamuktur sence?
- Öğrenci 6 : Kenarları çok uyumsuz durduğu için demiştim o zaman... Ama pek emin değildim.
- Araştırmacı : Şimdi A şekline yamuk der misin?
- Öğrenci 6 : Ya, aslında yamuğun köşesi olmaz. Ama bunun (A’nın) var.
- Araştırmacı : O yüzden A yamuk değil mi?
- Öğrenci 6 : Galiba değil.

- Araştırmacı : Peki, şekiller arasından hangisi ya da hangilerine şimdi yamuk dersin?
- Öğrenci 6 : K'ye derim çünkü kenarları birbirine bağlanmıyor o yüzden köşesi yok ve yamuk...
- Araştırmacı : Başka var mı?
- Öğrenci 6 : I yamuktur, I'nın iki tane köşesi var ama çizgileri çembere benziyor, o yüzden yamuk dedim.

Öğrenci 6'nın yamuk tercihinine göre bir şekil ya açık olmalı ya da kenarları eğrisel olmalıdır. Öğrencinin sahip olduğu bu bakış açısı yamuğa dair tamamıyla yanlış bakış açısına sahip olduğunu göstermiştir.

Grup 3'de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 9 sınavda A,E,G,I,P,S,T şekillerini yamuk olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Yamuk olarak işaretlediğin şekilleri inceleyelim. Mesela A'ya niçin yamuk dedin?
- Öğrenci 9 : Kenar uzunlukları aynı değil uymuyorlar. Bir de eğilmiş.
- Araştırmacı : E'ye niçin yamuk dedin peki?
- Öğrenci 9 : O da çok biçimsiz durduğu için.
- Araştırmacı : G'nin kaç kenarı var?
- Öğrenci 9 : Beş tane.
- Araştırmacı : Beş kenarlı yamuk olabilir mi?
- Öğrenci 9 : Olur.
- Araştırmacı : 3 kenarlı olur mu?
- Öğrenci 9 : O da olur.
- Araştırmacı : Yamuğun kenar sayısı önemli midir?
- Öğrenci 9 : Kenar sayısı değişir yamuğun. Üç de olur, dört de olur...
- Araştırmacı : Peki, I niye bir yamuktur?
- Öğrenci 9 : Kenarları yamuk durduğu için?
- Araştırmacı : Nasıl?
- Öğrenci 9 : (öğrenci düşünür)
- Araştırmacı : Mesela A'nın kenarları ile I'nın kenarları arasında nasıl bir fark var?
- Öğrenci 9 : A'nın kenarları düz ama I'nın kenarları eğri.
- Araştırmacı : F niçin bir yamuk değil?
- Öğrenci 9 : Onun üstünde oklar var.
- Araştırmacı : Oklar ne anlama geliyor?
- Öğrenci 9 : (öğrenci düşünür) Bilmiyorum...
- Araştırmacı : Yazdıkların dışında başka yamuk olan var mı?
- Öğrenci 9 : Başka bulamadım.

Öğrenci 9 sözel olarak açıkça dile getiremese de bir şekli yamuk olarak işaretlemek için, şeklin kenar sayısına bakmadan, kenarlarının eğrisel olmasına veya şekilde herhangi

bir eşlik, diklik paralellik ilişkisi olmamasına dikkat ettiği görülmektedir. Düşük düzeyde olan Öğrenci 9 yamuk ile ilgili olarak tamamıyla yanlış algılamaya sahiptir.

- *DİKDÖRTGEN (ÖM)*

Grup 2’de başarı düzeyi yüksek olarak belirlenen Öğrenci 4 sınavda D ve L şekillerini dikdörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Dikdörtgen olarak D ve L’yi işaretlemişsin, niçin bunlar sana göre dikdörtgen?
- Öğrenci 4 : Açıları birbirine eşit ve 90 derece. Bir de karşılıklı kenarları eşit.
- Araştırmacı : Dikdörtgenin yalnızca karşılıklı kenarları mı eşit olur?
- Öğrenci 4 : Evet, uzun ve kısa kenarları olur.
- Araştırmacı : Mesela J’ye dikdörtgen der misin?
- Öğrenci 4 : Hayır, o bir kare. Dikdörtgende uzun ve kısa kenarlar olması şart. Tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olamaz.
- Araştırmacı : Peki, H şekli bir dikdörtgen midir?
- Öğrenci 4 : Dikdörtgen çok az bir farkla olabilirdi, biraz daha dik olsaydı. Kısa kenarları birbirine paralel, orası biraz daha dik olsaydı birbirine paralel olabilirdi.

Öğrenci 4 dikdörtgene dair tam bir prototip anlayışa sahiptir. Bu sebeple öğrencinin dikdörtgen kavramına kareyi yerleştirmekten kaçındığı görülmüştür.

Grup 3’de orta düzeyde başarılı gösteren öğren olarak belirlenen Öğrenci 8 sınavda D,L,H,M şekillerini dikdörtgen olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Hangileri dikdörtgendir diye sormuşun, sen D,L,H ve M’yi işaretlemişsin. Niçin D sana göre bir dikdörtgendir?
- Öğrenci 8 : Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit olduğu için dikdörtgendir dedim.
- Araştırmacı : Hepsinin benzer şekilde karşılıklı kenar uzunlukları eşit mi?
- Öğrenci 8 : Evet.
- Araştırmacı : Peki, ya açıları?
- Öğrenci 8 : D ve L’nin açıları 90^0 ama diğerlerinin değil.
- Araştırmacı : Dikdörtgende açı ne olmalıdır?
- Öğrenci 8 : Açının önemi yok, 90 da olur farklı da. Önemli olan karşılıklı kenar uzunlukları aynı olması.
- Araştırmacı : Tüm kenar uzunlukları aynı olabilir mi dikdörtgenin?
- Öğrenci 8 : Hayır, yalnızca karşılıklı kenarlar aynı olacak.

Öğrenci 8 için bir şeklin dikdörtgen olması için yalnızca karşılıklı kenar uzunlukları eşit olmalıdır. Bu sebeple öğrenci genel paralelkenar ve dikdörtgen örneklerini dikdörtgen olarak belirtmişken kareyi dikdörtgen sınıfı dışında tutmuştur.

Grup 2’de düşük düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak belirlenen Öğrenci 6 sınavda D,L,H,M şekillerini dikdörtgen olarak işaretlemişken mülakatta yalnızca D ve L’nin dikdörtgen olduğu yönünde görüş bildirmiştir.

- Araştırmacı : Dikdörtgen olarak D,L,H ve M’yi yazmışsın?
 Öğrenci 6 : Mesela D niçin bir dikdörtgendir sana göre?
 Araştırmacı : İki kenarı eşit birbirine, bir de uzun kenarları ve kısa kenarları var. Ondan dikdörtgen dedim.
 Öğrenci 6 : Açıları peki?
 Araştırmacı : Dik açı galiba.
 Öğrenci 6 : Dik açı ne demektir?
 Araştırmacı : Unuttum... Ama dik açı düz durur.
 Öğrenci 6 : Peki, M niçin bir dikdörtgendir?
 Araştırmacı : Aslında değil.
 Öğrenci 6 : Dikdörtgenin düz durması gerekiyor, bu şekil [M] yatmış. Yatarsa dikdörtgen olmaz.
 Araştırmacı : H şekli?
 Öğrenci 6 : O da M gibi yan yatmış, ondan değildir.
 Araştırmacı : J de yan yatmış mı?
 Öğrenci 6 : O düz duruyor ama dikdörtgen değil, kare.
 Araştırmacı : Niçin dikdörtgen değil?
 Öğrenci 6 : Dikdörtgende kısa ve uzun kenar olmalı.

Öğrenci 6 dikdörtgen için prototip örneklerini göstermiştir. Sınavda genel paralelkenarları da dikdörtgen olarak işaretlemesine rağmen mülakatta cevabını değiştirmiştir. Öğrenci dikdörtgenin özellikle açılarını dile getirmede sıkıntı yaşamıştır. Kareyi ise dikdörtgen olarak ele almamıştır.

- *PARALELKENAR (ÖM)*

Öğrencilerin paralelkenara yönelik görüşlerinden bazıları sunulmuştur. Grup 1’de başarı düzeyi yüksek olarak belirlenen Öğrenci 1 sınavda H,M,N,R şekillerini paralelkenar olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Hangisi ya da hangileri paralelkenardır diye sormuşum, sen H,M,N,R demişsin. Öncelikle H’den başlayalım. Niçin H bir paralelkenardır?
 Öğrenci 1 : 4 kenarı ve 4 köşesi var öncelikle. Karşılıklı kenarları birbirine paralel olduğu için dedim.

- Araştırmacı : M'de de benzer şekilde mi?
 Öğrenci 1 : Evet.
 Araştırmacı : Ya R'de?
 Öğrenci 1 : Evet, dört kenarı var tamam... Burada da karşılıklı kenarlar birbirine paralel, kesişmezler.
 Araştırmacı : Peki, D şeklinin karşılıklı kenarları paralel midir?
 Öğrenci 1 : Paralelkenar değildir, bu şeklin iç açıları 90^0 .
 Araştırmacı : D şeklinde karşılıklı kenarlar birbirine paralel midir?
 Öğrenci 1 : Evet.
 Araştırmacı : O halde niçin bir paralelkenar değildir?
 Öğrenci 1 : Paralelkenarda iç açılar 90^0 olamaz ki.
 Araştırmacı : Paralelkenarın tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabilir mi?
 Öğrenci 1 : Evet, burada ben N ve R'ye demiştim çünkü.
 Araştırmacı : Peki, B şekli paralelkenar mıdır?
 Öğrenci 1 : Değil, karedir. Kenarları eşit ama B'nin açıları dik.

Öğrenci 1 genel paralelkenar ve eşkenar dörtgen şekillerini paralelkenar olarak ele aldığı görülmüştür. Ancak, öğrenci paralelkenarın açılarının dik olamayacağı yönünde yanlış algıya sahiptir. Bu sebeple kare ve dikdörtgeni paralelkenar kategorisine yerleştirmekten kaçınmıştır.

Grup 1'de orta düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak seçilen Öğrenci 2 sınavda B,J,N,R şekillerini paralelkenar olarak işaretlerken mülakatta bu şekillere ek olarak D,H,L,M şekillerini de paralelkenar olarak belirtmiştir.

- Araştırmacı : Paralelkenar olarak sınavda B,J,N,R'yi belirtmişsin, niçin bunlar sana göre paralelkenardır?
 Öğrenci 2 : Üzerlerinde tırnak işaretleri var, o yüzden paralelkenardır.
 Araştırmacı : İşaretler ne anlama geliyor?
 Öğrenci 2 : Kenarı eşit, paralel, aynı doğrultuda giden demek.
 Araştırmacı : Mesela B'de nereler paralel?
 Öğrenci 2 : Karşılıklı iki düz çizgi birbirini kesmiyor, oraları paralel.
 Araştırmacı : Peki, H'nin de karşılıklı kenarları paralel mi?
 Öğrenci 2 : Onu hiç düşünmemiştim. Evet, aslında uzatınca kesmezler.
 Araştırmacı : H bir paralelkenar mıdır?
 Öğrenci 2 : Olabilir diyorum.
 ...
 Araştırmacı : Peki, L şekli paralelkenar mıdır?
 Öğrenci 2 : Evet, o da paralelkenar olabilir. Onun da karşılıklı kenarları birbirine paralel ve de eşit.
 Araştırmacı : Başka paralelkenar var mı burada?
 Öğrenci 2 : Göremedim başka.
 Araştırmacı : D paralelkenar mı?
 Öğrenci 2 : Evet, o da L'ye çok benziyor.
 Araştırmacı : Peki, F?
 Öğrenci 2 : Hayır, o bir yamuk sanırım...

Öğrenci 2'ye göre bir şeklin paralelkenar olması için karşılıklı kenarların birbirine eşit olması gerekmektedir. Bu kapsamda genel ve özel paralelkenar türlerini doğru olarak belirlemiştir. Yalnız, öğrenci eşlik sembolünü paralellik sembolü olarak algılamaktadır. Öğrenci mülakatta paralelkenara dair kesin cevaplar vermekten kaçınmıştır.

Grup 3'de orta düzeyde başarı gösteren öğrenci olarak seçilen Öğrenci 8 sınavda H,M,N şekillerini paralelkenar olarak işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Paralelkenar için H,M ve R'yi işaretlemişsin. Bir şeklin paralelkenar olup olmadığını belirleyebilmek için şekilde neye bakarsın?
- Öğrenci 8 : Karşılıklı kenarları birbirine paralel mi ona bakarım.
- Araştırmacı : İşaretlediklerinin hepsinin karşılıklı kenarları paralel mi?
- Öğrenci 8 : Evet.
- Araştırmacı : Peki, D'nin de karşılıklı kenarları paralel mi birbirine?
- Öğrenci 8 : Hayır değil, D'nin kenarları dik.
- Araştırmacı : Dik olunca karşılıklı kenarları paralel olmaz mı?
- Öğrenci 8 : Olmaz, paralel olması için görünüş olarak biraz yatık olmalı.
- Araştırmacı : R bir paralelkenar mıdır?
- Öğrenci 8 : Bana göre onun da açıları dik duruyor. Kağıdı yan tutunca dik göründü bana.
- Araştırmacı : Peki, F bir paralelkenar mıdır?
- Öğrenci 8 : F'de paralellik var ama onun sadece iki kenarı paralel. Onun için değil.

Öğrenci 8 paralelkenarın karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olacağını belirterek bu kavram algısına eşkenar dörtgeni de yerleştirmiştir. Bir bakıma öğrenciye göre paralelkenarın karşılıklı kenarları dik olmak yerine biraz yatık durmalıdır. Bu sebeple özel bir paralelkenar olan eşkenar dörtgeni doğru isimlendirebilirken kare ve dikdörtgeni paralelkenar olarak belirtmemiştir. Ayrıca eşkenar dörtgen olan N'yi paralelkenar olarak ifade etmesine rağmen başka bir eşkenar dörtgen R'yi paralelkenar sınıfına almamıştır.

Daha derinlemesine bilgi sunabilmek için deney ve kontrol grubunda görüşülen her bir öğrencinin kendilerine sorulan dörtgen örneklerine hangi türde örnekleri gösterdiği Tablo 41 ve Tablo 42'de verilmiştir. Tabloda yer alan çokgen türleri o türün en genel örneğidir. Örneğin; eşkenar dörtgen kare olamayan bir eşkenar dörtgendir.

Tablo 41. Deneysel grup öğrencilerinin ön-mülakat dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlerine göre dağılımı

Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	
Öğrenci 1	D	X*	X	X	X	X	-	Öğrenci 2	D	X*	X	X	X	X	X*	
	Y	-	-	-	-	-	-		Y	X*	X*	-	-	-	-	X*
	PK	-	X	X	-	-	-		PK	-	-	X	X	X	X	-
	DD	-	-	-	X	-	-		DD	-	-	X	X	-	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-		ED	X*	-	X	X	X	-	X*
	K	-	-	-	-	-	X		-	K	-	-	-	X*	X	-
Öğrenci 3	D	-	-	X	-	X	-	Öğrenci 4	D	X	X	X	X	X	-	
	Y	X*	X*	-	-	-	X*		Y	X	X	-	-	-	-	X*
	PK	X*	X	X	X*	X	-		PK	-	-	X	-	X	-	-
	DD	-	-	-	X	-	-		DD	-	-	-	X	-	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-		ED	-	-	-	-	X	X	-
	K	-	-	-	-	-	X		-	K	-	-	-	-	X	-
Öğrenci 5	D	X*	X	X	X	X	X*	Öğrenci 6	D	-	-	X	X	X	-	
	Y	X	X*	-	-	-	X*		Y	-	-	-	-	-	-	X*
	PK	-	-	-	-	X	-		PK	-	-	X	-	X	-	-
	DD	-	-	-	X	-	-		DD	-	-	-	X	-	-	-
	ED	-	-	X	-	-	-		ED	-	-	-	-	X*	X	-
	K	-	-	-	-	X*	X		-	K	-	-	-	-	X	-

Tablo 42. Kontrol grubu öğrencilerinin ön-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlerine göre dağılımı

Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ
Öğrenci 7	D	X*	X	X	X	X	-	D	-	-	X	X	X	X	-
	Y	X	X	-	-	-	-	Y	X	X*	-	-	-	-	-
	PK	-	-	X	-	-	-	PK	-	-	X	-	X*	-	-
	DD	-	-	-	X	-	-	DD	-	-	X	X	-	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-	ED	-	-	-	-	X	X	-
	K	-	-	-	-	-	X	K	-	-	-	-	X	X	-
	D	-	X	X*	X*	X	X*	D	-	X	X*	X*	X	X*	-
Öğrenci 9	Y	X	-	-	-	-	X*	Y	X	-	-	-	-	-	X*
	PK	-	-	X	X*	-	-	PK	-	-	X	X*	X	-	-
	DD	-	-	-	X	-	-	DD	-	-	-	X	-	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-	ED	-	-	-	-	X	-	-
	K	-	-	-	-	-	X*	K	-	-	-	-	X	X*	-

(X, tüm örnekleri gösterilmiş; X*, tüm örnekleri gösterilmemiş; -, herhangi bir örneği gösterilmemiş; DDŞ, dörtgen dışı şekil)

İlgili tablolar incelendiğinde yalnızca Öğrenci 4 dışında hiçbir öğrenci tüm dörtgen türlerini mülakatta belirleyemediği görülmektedir. Diğer öğrencilerden Öğrenci 1, 2, 5 ve 7 ise dörtgenleri eksik olarak belirleyebilmiştir. Öğrenci 2 ve Öğrenci 5'in ön-mülakatlarından da

görülebildiği gibi dörtgenleri eksik olarak belirten öğrenciler genellikle içbükey bir dörtgen olan E şeklinde yanılmıştır. Diğer öğrenciler genellikle dörtgenin özellikleri (kenar, açı veya paralellik) olmalı düşüncesiyle genel dörtgenleri dörtgen sınıfı içerisine almamıştır. Bunun dışında Öğrenci 2 ve 5 dörtgen olmayan geometrik şekilleri (P, K gibi) dörtgen olarak belirtmiştir. Öğrenci 1, 2, 5 ve 7 diğer kare, paralelkenar gibi dörtgenleri dörtgen olarak doğru belirtmişken geri kalan öğrenciler özel dörtgenleri eksik olarak belirtmiştir.

Yamuğa dair ön-mülakatta hiçbir öğrenci doğru bir açıklama getirememiştir. Öğrencilerin hepsi yamuk olmayan şekilleri yamuk olarak tasvir etmiştir. En sık karşılaşılan durumlar genel dörtgenlerin ve dörtgen olmayan geometrik şekillerin yamuk olarak ele alınmasıdır. Öğrenci 4, 5, 7, 8 ve 9 genel yamuk örneklerini gösterebilmişken Öğrenci 1, 2 ve 3 yamuğun tüm örneklerini şekiller arasından gösterememiştir.

Paralelkenarın genel örneklerini sunma bakımından Öğrenci 5 dışında herkes başarılı olmuştur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu eşkenar dörtgeni de paralelkenar olarak ifade edebilmiştir. Buna karşılık paralelkenarın dikdörtgen ve kare ile ilişkilendirilmesi oldukça azdır. Öğrencilerin hiçbiri dörtgen olmayan geometrik şekilleri paralelkenar olarak belirtmemiştir.

Dikdörtgen için öğrencilerin büyük çoğunluğu genel örneklerini mülakatta ifade edebilmiştir. Bunun dışında yalnızca bir durum ile karşılaşmıştır. Bu ise Öğrenci 8'in dikdörtgendeki yorumuna benzer olarak genel paralelkenarların da dikdörtgen olarak ele alınması olmuştur. Öğrencilerden hiçbiri kareyi dikdörtgen olarak ele almamıştır.

Öğrenci 5 dışında öğrencilerin büyük çoğunluğu eşkenar dörtgenin genel şeklini doğru olarak gösterebilmiştir. Bunun dışında kare örneklerinin de eşkenar dörtgen olarak ifade edilmesi ikinci olarak en sık karşılaşılan durumdur. Öğrenci 2 eşkenar dörtgenin yalnızca karşılıklı kenarlarının da eş olabileceğini dile getirip genel paralelkenar, dikdörtgen örneklerini de eşkenar dörtgen olarak ifade ederken, Öğrenci 5 ise yalnızca genel paralelkenarı eşkenar dörtgen olarak ifade etmiştir.

Tüm öğrenciler kare örneklerini doğru olarak belirtebilmiştir. Ancak, Öğrenci 8'in kareye dair görüşlerine benzer olarak, Öğrenci 2, 5, 8 ve 9 genel eşkenar dörtgenlerin de kare olduğunu ifade etmiştir.

Her üç grupta öğrenim gören öğrenciler çalıştıkları materyaller gereği dörtgenler arası dönüşümleri gözlemleyebilmiştir. Ön-mülakatlarda bir dörtgen türünün diğerine dönüşmesi yönünde herhangi bir görüş öğrenciler tarafından dile getirilmezken, son mülakatlarda öğrenciler dörtgenler arası dönüşümlerden bahsetmişlerdir.

Son mülakatlarda (SM) öğrencilerin dörtgenlere yönelik görüşlerinden bazıları bu bölümde sunulmuştur. Dörtgen türlerinin sunum sırası mülakat sırasına göre oluşturulmuştur.

- *DÖRTGEN (SM)*

Grup 1'deki Öğrenci 2, Grup 2'de Öğrenci 5 ve Grup 3'de Öğrenci 7 ve 9 dışında tüm öğrenciler ilk sayfada yer alan şekillerden dörtgen olanların tümünü doğru belirleyebilmiştir.

Öğrenci 2 son sınavında dörtgenler arasından yalnızca içbükey bir dörtgen olan E şeklini dörtgen olarak belirtmemiştir.

-
- Araştırmacı : Peki, E şekli sana göre niçin bir dörtgen değildir?
 Öğrenci 2 : E şekli bana çok değişik geldi, üçgen gibi duruyor sanki.
 Araştırmacı : E'nin kaç kenarı var, sayar mısın?
 Öğrenci 2 : Dört mü üç mü diye tam karar veremiyorum.
 Araştırmacı : Teker teker kenarlarını bana gösterir misin?
 Öğrenci 2 : Bu birinci kenar, bu ikinci kenar, işte şurasına tam karar veremiyorum [öğrenci E şeklinin içbükey kenarlarını gösterir].
 Araştırmacı : Supposer programında böyle bir dörtgen görmüş müydün?
 Öğrenci 2 : Görmüştüm ama şeklin dörtgen olup olmadığından emin değilim işte.
 Araştırmacı : Sonuç olarak E'ye dörtgen der misin demez misin?
 Öğrenci 2 : Demem ama iki üçgenden oluşuyordur derim.
 Araştırmacı : Nasıl iki üçgenden oluşur?
 Öğrenci 2 : Ortadan çizgi çizdiğimizde iki tane üçgen var burada [Öğrenci şeklin bir köşegenini çizer].

Öğrenci 2 tüm özel dörtgenleri dörtgen olarak doğru ifade edebilirken genel dörtgenlerden göre içbükey dörtgenleri dörtgen olarak isimlendirmede sorun yaşamıştır. Aynı problemi Öğrenci 7'de de gözlenmiştir.

Öğrenci 9 ise yalnızca B,J,D,R,L,H,M,N şekillerini dörtgen olarak belirlemiştir.

Araştırmacı : Hangileri dörtgendir diye sorulmuş sen de birkaç tane

- yazmışsın. Bu şekiller sana göre niçin dörtgendir?
- Öğrenci 9 : B ve J kare, kenarları dik. Mesela H paralelkenar. D dikdörtgendir. O yüzden yazmıştım.
- Araştırmacı : Peki, A sana göre niçin bir dörtgen değildir?
- Öğrenci 9 : Onun hiçbir yeri eşit değil ki.
- Araştırmacı : Mesela bana örnekler verir misin? Dörtgen dediklerinde ne var da A da bu özellikler yok?
- Öğrenci 9 : A yamuk o yüzden dörtgen demedim. Ama B,D,H'nin belli özellikleri var.
- Araştırmacı : Mesela H'nin ne özelliği var?
- Öğrenci 9 : H paralelkenar, karşıları paralel.
- Araştırmacı : F'de paralellik var mı?
- Öğrenci 9 : Evet, bir kenarı [bir kenar çifti]paralel gösterilmiş.
- Araştırmacı : F bir dörtgen midir?
- Öğrenci 9 : Hayır, o da bir yamuk çünkü.

Öğrenci 9 için yamuk dışındaki diğer özel dörtgen türlerini dörtgen olarak isimlendirme eğilimindedir. Öğrenciye göre dörtgende paralellik, kenarları veya açılarında bir eşlik olmalıdır. Benzer mantığa sahip olan Öğrenci 6 ise genel yamuk örneklerini dörtgen olarak isimlendirmişken genel dörtgenleri (A,E,T) herhangi bir özellikleri olmadığını iddia ederek dörtgen olarak belirtmemiştir.

- *KARE (SM)*

Grup 3'de yer alan Öğrenci 8 ve 9 dışında tüm öğrenciler şekiller arasından kare örneklerini doğru göstermiştir. Kareyi doğru gösteren öğrenciler karenin açılarının dikliğine ve kenarları arasındaki eşliğe vurgu yapmıştır.

Öğrenci 9 son-sınavda kare olarak B,J,N ve R'yi işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Şekillerden hangisi karedir diye sorulmuş, sen B,J,N ve R demişsin. öreğin B niçin bir karedir?
- Öğrenci 9 : Tüm kenarları birbirine eşit, bir de açıları eşit olduğu için.
- Araştırmacı : J?
- Öğrenci 9 : O da B gibi.
- Araştırmacı : Peki, N?
- Öğrenci 9 : O da kare, ama biraz yan yatmış.
- Araştırmacı : Açıları hakkında ne söyleyebilirsin bana?
- Öğrenci 9 : Karşılıklı açıları eşit, bir de açıları dik değil derim.
- Araştırmacı : Peki, niçin bir karedir o halde?
- Öğrenci 9 : Kare için kenarlarının eşit olması yeterli, açılar önemli değil.
- Araştırmacı : Geometrik şeritlerle kare oluşturduğunu hatırlıyor musun?
- Öğrenci 9 : Evet.
- Araştırmacı : Orada karenin açıları ve kenarları ile ilgili olarak ne söyleyebilirsin?

- Öğrenci 9 : Geometrikleri çekince açıları değişiyordu ama kenar uzunlukları değişmiyordu.
 Araştırmacı : Karenin açıları hakkında son olarak ne söyleyebilirsin?
 Öğrenci 9 : Bazen 90 bazen de karşılıklı açıları eşit.

Öğrenci 9'a göre kareleri doğru göstermesine rağmen ek olarak genel eşkenar dörtgenleri de kare örneği olarak sunmuştur. Gerekçe olarak geometrik şeritlerle oluşturulmuş olan kareyi kenarlarından çektiğinde açıların dikliğindeki değişimi göstermiştir.

Öğrenci 8 ise B,J ve R'yi kare olarak belirtmiştir. B ve J'ye niçin kare dediğini mantıklı bir şekilde açıklayan öğrenci R şeklinde algı yanılması yaşamıştır.

- ...
- Araştırmacı : R şekli niçin bir karedir?
 Öğrenci 8 : B'ye benzer şekilde açıları dik açı ve kenarları eşit.
 Araştırmacı : Kenarlarının eşit olduğunu nasıl anladın?
 Öğrenci 8 : Üzerinde eşlik işareti var.
 Araştırmacı : Açılarının dik olduğunu nasıl anladın?
 Öğrenci 8 : Kâğıdı çevirdim bana dik gözüktü.
 Araştırmacı : Dik olduğundan emin olabilir misin?
 Öğrenci 8 : Aslında olamayız ama ben yine de karedir diyorum.

- *EŞKENAR DÖRTGEN (SM)*

Grup 2'deki Öğrenci 6 ve Grup 3'deki Öğrenci 8 dışında öğrencilerin tümü eşkenar kare dâhil dörtgen örneklerini doğru göstermiştir. Ancak Grup 1'deki Öğrenci 2 ve 3 sınavda yalnızca genel eşkenar dörtgen örnekleri olan B ve J'yi yazmışken mülakat esnasında kare örneklerini de eşkenar dörtgen olarak belirtmişlerdir. Bu durumu örnekleme açısından Öğrenci 3 ile araştırmacı arasındaki diyaloglar verilmiştir.

- Araştırmacı : Hangileri eşkenar dörtgendir diye sormuşum. N ve R demişsin. Mesela niçin N bir eşkenar dörtgendir?
 Öğrenci 3 : Öğretmenim tüm kenarları eş, karşılıkları açıları birbirine eşit ve paralel.
 Araştırmacı : Peki, B şekli de bir eşkenar dörtgen midir?
 Öğrenci 3 : Aslında karenin de kenarları birbirine eşittir ama...
 Araştırmacı : Eşkenar dörtgenin tüm açıları birbirine eşit olabilir mi?
 Öğrenci 3 : Evet, olabiliyordu. Bilgisayarda eşkenar dörtgeni çekip kare yapmıştım.
 Araştırmacı : Peki, kare bir eşkenar dörtgen midir?
 Öğrenci 3 : O zaman evet öğretmenim.
 Araştırmacı : Niçin?

Öğrenci 3 : Eşkenar dörtgenin açıları 90 da olabilir...
 Öğrenci 6 eşkenar dörtgen olarak N ve R'yi, Öğrenci 8 ise yalnızca N'yi işaretlemiştir.

- Araştırmacı : Hangisi eşkenar dörtgendir diye sorulmuş, N ve R demişsin. Bunlar niçin bir eşkenar dörtgendir?
 Öğrenci 6 : Tüm kenar uzunlukları birbirine eşittir, bu yüzden eşkenar dörtgen dedim.
 Araştırmacı : Peki, J bir eşkenar dörtgen midir?
 Öğrenci 6 : J bir kare, eşkenar dörtgen değildir.
 Araştırmacı : Eşkenar dörtgenin açıları karedeki gibi olmaz mı?
 Öğrenci 6 : Yalnızca kenarlarından çekersek olabiliyor.
 Araştırmacı : Cabri'de eşkenar dörtgenin açılarını 90 derece yapabilmiş miydin?
 Öğrenci 6 : Evet, olmuştu ama o zaman kare olmuştu.

Öğrenci 6 eşkenar dörtgen ile kare arasında geçişi kurmada sorun yaşamıştır. Eşkenar dörtgenin açılarının dik olabileceğini gözlemlemesine rağmen kareyi eşkenar dörtgen olarak değerlendirmekten kaçınmıştır. Öğrenci 8 ise benzer gerekçelerle kare örneklerini eşkenar dörtgen olarak belirtmemiştir. Ayrıca bu öğrenci genel bir eşkenar dörtgen olan R'de açıların dik olduğu yönünde yaşadığı algı yanılması sebebiyle bu şekli eşkenar dörtgen olarak belirtmeyip kare olduğunu ifade etmiştir.

- *YAMUK (SM)*

Yamukta öğrencilerin sınav ve mülakat cevaplarında farklılıklar görülmüştür. Bu sebeple öğrencilerin yamuk olarak belirlediği türler Tablo 43'de verilmiştir. Örneğin; Öğrenci 3 yamuk olarak sınavda ve son-mülakatta genel dörtgenleri (A,E,T), genel yamukları (F ve O) ve P, K gibi dörtgen dışı şekilleri (DDŞ) işaretlemiştir. Tabloda koyu karakterler doğru cevaplamaları göstermektedir.

Tablo 43. Öğrencilerin son-testte sınavda ve mülakatta yamuğa dair verdikleri cevapların dağılımı

	Sınavda verilen cevaplar							Mülakatta verilen cevaplar						
	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ
Öğrenci 1	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 2	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 3	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X

Tablo 43'ün devamı

Öğrenci 4	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-
Öğrenci 5	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 6	X*		-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 7	-	X	-	-	-	-	-	X*	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 8	X	X	-	-	-	-	X	X*	X	-	-	-	-	-
Öğrenci 9	-	-	-	-	-	-	X	X*	-	-	-	-	-	X

(X, tüm örnekleri gösterilmiş; X*, tüm örnekleri gösterilmemiş; -, herhangi bir örneği gösterilmemiş; DDŞ, dörtgen dışı şekil)

Öğrenci 1 ile yürütülen mülakatta aşağıdaki gibi diyaloglar elde edilmiştir.

- Araştırmacı : Hangisi yamuktur diye sorulmuş, sen F ve O demişsin. Niçin bunlar yamuk?
- Öğrenci 1 : Karşılıklı bir kenar çifti yani iki tane kenarı birbirine paralel.
- Araştırmacı : Yamukta iki kenar çifti birbirine paralel olamaz mı?
- Öğrenci 1 : Aslında kenarlarından çekince paralelkenar yapmıştım.
- Araştırmacı : O halde H'ye niçin bir yamuk demedin?
- Öğrenci 1 : Yamuk değişince aklıma çok düzgün şekiller gelmiyor ama yamukta yalnızca bir paralellik olmalı.
- Araştırmacı : T bir yamuk mudur?
- Öğrenci 1 : Hayır, onda paralellik yok.
- Araştırmacı : Şekiller arasından yamuk olarak belirtebileceğin başka var mı?
- Öğrenci 1 : Yok.
- Araştırmacı : Bir şekle ne zaman yamuk dersin, bir daha tekrarlayalım o zaman.
- Öğrenci 1 : İki kenarı birbirine paralel olacak ama karşılıklı kenarları olmayacak. Bir de açıları dik olmayacak, kenarları eşit olmayacak.

Öğrenci 1 yamuğu kenarlarından çekip paralelkenara dönüştürmesine rağmen paralelkenarla yamuk arasındaki geçişi kuramamıştır. Yamuğa dair sahip olduğu önyargılar öğrencinin özel yamuk çeşitlerini belirlemede engel teşkil etmiştir. Cevapları Öğrenci 1 ile aynı olan Öğrenci 5'de ise farklı bir durum gözlenmiştir.

- Araştırmacı : Şekillerden hangisinin yamuk olduğu sorulmuş, F ve O demişsin. Bu şekiller niçin yamuktur.
- Öğrenci 5 : Kenar uzunlukları farklı olduğu için, bir de kenarlarında paralellik olduğu için.
- Araştırmacı : Hangi kenarlar paralel.
- Öğrenci 5 : Şu ile şu [öğrenci karşılıklı bir kenar çiftini gösterir].
- Araştırmacı : Diğer kenarlar paralel mi?

- Öğrenci 5 : Hayır, onlarda paralellik yok.
 Araştırmacı : Peki, H bir yamuk mu?
 Öğrenci 5 : Hayır, o bir paralelkenar. H gibi yamuk olmaz.
 Araştırmacı : Yamuğu kenarlarından çekince H gibi bir şekil yapabildin mi?
 Öğrenci 5 : Hayır, biz yamuğu başka şekle çeviremedik.
 Araştırmacı : A bir yamuk mudur?
 Öğrenci 5 : A'nın kenar uzunlukları farklıdır. Ama paralelliği olmadığı için yamuk değildir.

Öğrenci 5 dinamik geometri yazılımında yamuğu kenarlarından çektiğinde başka dörtgen türlerine dönüştürememiştir. Bu sebeple yamuğu başka türlerle ilişkilendirmekten kaçınmıştır.

Görüşülen öğrencilerden yalnızca Öğrenci 4 özel yamuk türlerini doğru ifade edebilmiştir.

- Araştırmacı : Şekillerden hangisi yamuktur diye sorulmuş; F ve O demişsin. Bu şekiller niçin bir yamuktur sana göre?
 Öğrenci 4 : Çünkü F ve O'nun en az bir kenar çifti birbirine paraleldir.
 Araştırmacı : En az ne demek orada?
 Öğrenci 4 : Yani iki kenarı da olabilir mi?
 Araştırmacı : ?
 Öğrenci 4 : Mesela H şeklinde kaç kenar çifti bir birine paraleldir?
 Araştırmacı : İki.
 Öğrenci 4 : Yamuk için en az bir kenar çifti birbirine paraleldir demiştin ya az önce bu cümle H şekli için de geçerli olabiliyor mu?
 Araştırmacı : Evet, en az deyince iki de olabilir.
 Öğrenci 4 : H şekli yamuk mudur?
 Araştırmacı : İlk önce paralelkenardır ama sonra yamuk diyebiliriz.
 Öğrenci 4 : D şekli?
 Araştırmacı : Onun da en az bir kenar çifti paralel, o yüzden inanması zor ama o da bir yamuk...

Öğrenci 4 yamuk için en az ibaresini kullanması sebebiyle mülakat esnasında paralelkenar, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve kare arasında geçiş yapabilmiştir. Öğrencinin kullandığı *inanması zor* şeklindeki ifade öğrencinin yamuğa dair kalıplaşmış önbilgilerinin olduğunu göstermektedir.

Öğrenci 7 mülakatta genel yamuk türlerini doğru belirlemesine rağmen mülakatta genel dörtgen türlerinden bazılarının da yamuk olduğunu belirtmiştir.

- Araştırmacı : Hangileri yamuktur diye sorulmuş, F ve O demişsin. Niçin bunlar bir yamuktur?
 Öğrenci 7 : Karşılıklı kenarlarından yalnızca bir çifti birbirine paralel oldukları için yamuk dedim.

- Araştırmacı : Yamuğun en önemli özelliği nedir?
 Öğrenci 7 : Kenar uzunluklarının farklı olması, bazen paralellik olması...
 Araştırmacı : Yamukta paralellik olmadığı durum var mıdır ki?
 Öğrenci 7 : Evet, vardır. Geometrik çubukları [şeritleri] çekince yamuğun kenarlarındaki paralellik bozuluyordu.
 Araştırmacı : Peki, bozulduğunda yine bir yamuk oluyor muydu?
 Öğrenci 7 : Evet.
 Araştırmacı : Bana yamuk F ve O dışında örnekleri gösterir misin şekiller içerisinde?
 Öğrenci 7 : A ve T de yamuktur.
 Araştırmacı : Peki, E bir yamuk mudur?
 Öğrenci 7 : Hayır, o dörtgen değil zaten. Yamuklar dörtgendir.
 ...

Öğrenci 7 bir şeklin yamuk olabilmesi için kenar uzunlukları arasındaki farklılığa ve bazen de dörtgenin paralelliğini sorgulamaktadır. Geometrik şeritleri kenarlarından çektiğinde yamuğun paralelliğinin bozulduğunu dile getiren öğrenci buna rağmen şekli yamuk olarak ifade etmiştir. İçbükey dörtgeni ise dörtgen olmadığı gerekçesini sunarak yamuk olarak ele almamıştır. Öğrenci 7'nin yamuğa dair sahip olduğu önyargılar özel yamuk türlerine geçmesinde engel oluşturmuştur.

Öğrenci 9 ise sınavda dörtgen olmayan şekilleri yamuk olarak ifade etmişken mülakatta genel dörtgenleri yamuk olarak belirtmiştir.

- Araştırmacı : Hangisi yamuktur diye sorulmuş, sen birkaç tane harf yazmışsın. Bunları neye göre yazdın?
 Öğrenci 9 : Kenarları yamuk duranları yazdım.
 Araştırmacı : Mesela burada hangi şeklin kenarları yamuk?
 Öğrenci 9 : P'nin, I'nın kenarları yamuk.
 Araştırmacı : Peki, burada K'yi de yamuk olarak yazmışsın, K niçin bir yamuk?
 Öğrenci 9 : Onun kenarları yamuk değil ama şekli kapanmamış.
 Araştırmacı : E'yi niçin yazdın?
 Öğrenci 9 : Onun kenarları içe geçmiş olduğu için.
 Araştırmacı : C niçin bir yamuk değil?
 Öğrenci 9 : Yamuğun kenar sayısı dört olabiliyor ama beş olamıyor.
 Araştırmacı : A niçin bir yamuktur sana göre?
 Öğrenci 9 : Kenarları arasında eşitlik, paralellik olmadığı için...
 ...

Öğrenci 9 yamuk ile ilgili güçlü kavram yanılgısına sahiptir. Aldığı eğitim yamuk kavramında herhangi bir gelişim göstermesinde etkili olmamıştır.

- *DİKDÖRTGEN (SM)*

Dikdörtgene ilişkin öğrenci cevaplarında öğrencilerin bir kısmı cevaplarını sınavda verdiği cevapları değiştirmiştir. Öğrenci 1 ve 4 sınavda D ve L'yi dikdörtgen olarak işaretlemişken mülakatta kare örnekleri olan B ve J'yi de eklemiştir. Öğrenci 2 ve 6 ise sınavda D,H,L ve M'yi dikdörtgen olarak işaretlerken mülakatta yalnızca D ve L'yi dikdörtgen örneği olarak göstermiştir.

- Araştırmacı : Hangisi dikdörtgendir diye sorulmuş, sen D ve L demişsin. Niçin bunlar sana göre dikdörtgendir?
- Öğrenci 4 : Kenarları dik olduğu için ve karşılıklı kenarları eşit olduğu için dikdörtgen demiştim.
- Araştırmacı : Dikdörtgenin tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?
- Öğrenci 4 : Bazen oluyor bilgisayarda.
- Araştırmacı : Tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olunca nasıl bir şekil oluşuyordu?
- Öğrenci 4 : Kare gibi.
- Araştırmacı : Peki, kare bir dikdörtgen midir? Mesela B şekli?
- Öğrenci 4 : Aslında dikdörtgendir. Çünkü dikdörtgenin tüm kenarları bazı durumlarda eşit olabiliyor.

Dikdörtgene yönelik ilk başta prototip örneklerini gösterme eğiliminde olan Öğrenci 4 yazılım ile girdiği etkileşimden yararlanarak dikdörtgenden kareye geçiş yapabilmıştır. Bu sebeple kareyi dikdörtgen olarak ele almıştır. Öğrenci 1'de benzer açıklamalarda bulunmuştur.

Öğrenci 2 ve 6 sınavda D,H,L ve M'yi dikdörtgen olarak işaretlerken mülakatta yalnızca D ve L'nin dikdörtgen olarak ifade etmiştir.

- Araştırmacı : Hangisi ya da hangileri dikdörtgen diye sormuşum sınavda. Sen D,H,L ve M demişsin. D niçin bir dikdörtgendir?
- Öğrenci 6 : Tüm açıları dik olduğu için bir de karşılıklı kenarları eşit. Uzun kısa kenarları var.
- Araştırmacı : Peki, H niçin bir dikdörtgen?
- Öğrenci 6 : Onun da karşılıklı kenarları eşit, bir uzun bir de kısa kenarı var.
- Araştırmacı : Açıları peki?
- Öğrenci 6 : Karşılıklı açıları eşit ama çekince hepsini dik yapabilirim.
- Araştırmacı : H'yi bu haliyle gördüğün zaman dikdörtgen der misin, yoksa demez misin?
- Öğrenci 6 : Bu haliyle değil, çünkü açıları dik değil. Ama ben çekince oluyor diye yazmıştım.
- Araştırmacı : Peki, J bir dikdörtgen midir?

- Öğrenci 6 : Hayır, karedir.
 Araştırmacı : Dikdörtgenin tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olamaz mı?
 Öğrenci 6 : Çekince eşit olur ama o zaman dikdörtgen olmaz kare olur.

Öğrenci 6 genel dikdörtgen örneklerini doğru göstermesine rağmen sınavda genel paralelkenarları dikdörtgen kategorisine yerleştirmiştir. Gerekçesini olarak paralelkenarı dinamik geometri yazılımında kenarlarından sürüklediğinde dikdörtgene dönüştürebilmesini göstermiştir. Ancak, bu fikrini mülakatta değiştirerek genel paralelkenarlara dikdörtgen dememiştir. Diğer yandan, yazılımda dikdörtgeni kareye dönüştürebilmesine rağmen kare-dikdörtgen arasındaki geçişi Öğrenci 6 kuramamıştır. Öğrenci 2 de Öğrenci 6'ya benzer açıklamalarda bulunmuştur.

Öğrenci 3, 5, 7, 8 ise sınavda yalnızca genel dikdörtgen örnekleri olan D ve L'yi dikdörtgen olarak belirleyip kare örneklerini (B ve J) dikdörtgen olarak ele almamışlardır. Deney grubu öğrencileri olan Öğrenci 3 ve 5; yukarıda Öğrenci 6'nın dikdörtgen ve kare arasındaki görüşlerine benzer şekilde bir açıklama getirmişken kontrol grubu öğrencileri karenin dikdörtgen olmadığına dair daha farklı bir gerekçe sunmuştur.

- Araştırmacı : 5. soruda hangisi ya da hangileri dikdörtgendir diye sorulmuş. D ve L olarak cevap vermişsin. Bunlar niçin dikdörtgendir?
 Öğrenci 7 : Açıları dik, karşılıklı kenarları eşit olduğu için dikdörtgendir.
 Araştırmacı : Peki, B bir dikdörtgen midir?
 Öğrenci 7 : Hayır, karedir.
 Araştırmacı : Dikdörtgen olmama sebebi nedir peki?
 Öğrenci 7 : Dikdörtgende uzun ve kısa kenarlar bulunmalı. Zaten bir şeklin tüm kenarları eşit ve açıları 90 olunca kare olur.

Öğrenci 7 dikdörtgen ile kare arasında geçiş yapamamıştır. Deney grubundaki öğrenciler yazılımda dikdörtgenin bazen bir kare olabileceğini görebilmişken bu grupta böyle bir durum gerçekleşmemiştir. Bu sebeple öğrenci dikdörtgenin kare olamayacağını dile getirerek bu kavramları birbirinden ayırma eğiliminde olmuştur. Öğrenci 8 dikdörtgen-kare çiftleri arasındaki geçişte Öğrenci 7'ye benzer açıklamalarda bulunmuştur.

Öğrenci 9 ise genel dikdörtgen olan D ve L'yi; genel paralelkenar olan H ve M'yi sınavda ve mülakatta dikdörtgen olarak belirtmiştir.

- Araştırmacı : Hangisi dikdörtgendir diye sorulmuş, D,L,H ve M'yi yazmışsın. Mesela D niçin bir dikdörtgen?
 Öğrenci 9 : İki uzun iki kısa kenarı olduğu için...

- Araştırmacı : Peki, H için ne söyleyebilirsin?
 Öğrenci 9 : O da D gibi. Uzun ve kısa kenarları var.
 Araştırmacı : Dikdörtgenin açıları nasıl olmalıdır?
 Öğrenci 9 : Bazen dik olur bazen olmaz.
 Araştırmacı : Ne zaman dik olur dikdörtgenin açıları?
 Öğrenci 9 : Kenarları 90 olduğu zaman.
 Araştırmacı : Ne zaman dik olma peki?
 Öğrenci 9 : Kenarlarından çektiğimiz zaman.
 Araştırmacı : Geometrik şeritleri kenarlarından çekince dikdörtgende ne olmuştu?
 Öğrenci 9 : Kenar uzunlukları değişmemişti ama açıları değişmişti.
 Araştırmacı : Nasıl bir şekil oluşmuştu çekince?
 Öğrenci 9 : Biraz eğikti.
 Araştırmacı : O şekil bir dikdörtgen miydi peki?
 Öğrenci 9 : Evet, çünkü uzun ve kısa kenarları vardı. Ama açıları dik değildi.

Öğrenci 9'un paralelkenar ile dikdörtgen arasında geçişi yanlış kurduğu görülmektedir. Öğrenciye göre dikdörtgeni kenarlarından çektiğinde açıların dikliği bozulmasına rağmen yine bir dikdörtgen olarak kalmaktadır. Bu ise geometrik şeritlerin bir dezavantajı olarak görülebilir. Öğrenci 9 karenin niçin bir dikdörtgen olmadığını ise Öğrenci 9'un yukarıda verilen açıklamalarına benzer şekilde açıklamıştır.

- *PARALELKENAR (SM)*

Paralelkenara ilişkin cevaplar incelendiğinde sınavda ve mülakatta genel ve özel paralelkenarları doğru belirleyebilen yalnızca Öğrenci 4, 5 ve 7 olmuştur. Bu öğrenciler birbirine benzer açıklamalarda bulunmuş; kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olmaları ve paralelkenarı yazılımda kenarlarından çektiğinde bu şekillere dönüştürebilmeleri sebebiyle kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgeni paralelkenar ile ilişkilendirmiştir.

Öğrenci 1 ise sınavda yalnızca genel paralelkenar örneklerini (H ve M) belirten Öğrenci 1 mülakatta tüm paralelkenar örneklerini gösterebilmiştir.

- Araştırmacı : 6. soruda hangileri paralelkenardır diye sorulmuş; sen H ve M demişsin. Bu şekiller niçin paralelkenardır?
 Öğrenci 1 : Paralelkenarda karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir. Burada da karşılıklı kenarları birbirine paralel olduğu için şekillere paralelkenar dedim.
 Araştırmacı : Mesela, N'nin de karşılıklı kenarları paralel midir?
 Öğrenci 1 : Evet.
 Araştırmacı : N'ye bir paralelkenardır diyebilir misin o halde?

- Öğrenci 1 : N'ye ilk bakınca eşkenar dörtgendir derim ama N'de bir paralelkenardır. Karşılıklı kenarları paralel çünkü.
- Araştırmacı : Peki, D?
- Öğrenci 1 : Ona da ilk başta paralelkenar demem, önce dikdörtgendir derim. Ama D de bir paralelkenar.
- Araştırmacı : Bilgisayarda D gibi bir paralelkenar görmüş müydün?
- Öğrenci 1 : Evet, kenarlarından çekince dikdörtgen olmuştu.
- Araştırmacı : B bir paralelkenar mıdır?
- Öğrenci 1 : O da paralelkenar ama öncelikle karedir.

Öğrenci 1'in cevapları incelendiğinde dörtgenleri öncelikle en özel halleri ile ifade etme eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu sebeple sınavda kare, dikdörtgen ve eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak işaretlememiştir. Ancak, kullandığı yazılımda dörtgenler arası dönüşümleri gözlemleyen öğrenci dörtgenler arasında geçişler kurarak paralelkenar ile diğer dörtgenler arası ilişkileri doğru belirleyebilmiştir.

Öğrenci 3, 6 ve 8 sınavda ve mülakatta paralelkenar örneği olarak H,M,N ve R'yi göstermiştir.

- Araştırmacı : Hangisi paralelkenardır diye sorulmuş, sen H,M,N ve R'yi işaretlemişin. Bu şekiller niçin sana göre paralelkenardır?
- Öğrenci 6 : Karşılıklı kenarları birbirine paralel hepsinde de.
- Araştırmacı : Kenar uzunlukları arasında nasıl ilişki var şekillerin?
- Öğrenci 8 : H ve M'de karşılıklı kenarlar eşit ama N ve R'de kenarların hepsi eşit. Zaten N ve R eşkenar dörtgen.
- Araştırmacı : Eşkenar dörtgen paralelkenar olabilir mi?
- Öğrenci 6 : Evet, çünkü karşılıklı kenarları paralel.
- Araştırmacı : Peki, dikdörtgen bir paralelkenar olabilir mi?
- Öğrenci 6 : Hayır.
- Araştırmacı : Niçin?
- Öğrenci 6 : Dik açılı paralelkenar olmaz, paralelkenarda kenarlar yan yatmış durumda olmalı.
- Araştırmacı : Bilgisayarda paralelkenarın açılarını 90 derece yapabildin mi?
- Öğrenci 6 : Evet yapabildim ama o zaman dikdörtgen olmuştu.

Öğrenci 6'ya göre bir şeklin paralelkenar olabilmesi için karşılıklı kenarlarının paralel olması ve açılarının dik olmaması kendi tabiriyle yatık olması gerekmektedir. Bu sebeple genel paralelkenar dışında genel eşkenar dörtgen örneklerini de paralelkenar olarak gösterirken paralelkenar ile kare ve paralelkenar ile dikdörtgen arasında geçiş kuramamıştır. Öğrenci 3 ve 8 de Öğrenci 6'ya benzer görüşler bildirmiştir.

Öğrenci 9 son-mülakat dikdörtgende açıkladığı fikirlerin benzerini dikdörtgende de belirtmiştir. Öğrenciye göre geometrik şeritlerin kenarlarından çekildiğinde paralelkenarın açıları dik olabileceğinden genel dikdörtgenleri de paralelkenar olarak ifade etmiştir. Öğrenci 9 dikdörtgen ile paralelkenar arasındaki geçişleri kuramamasına rağmen paralelkenar ile dikdörtgen arasındaki geçişleri kurabilmiştir.

Öğrenci 5 ise kenarlarında paralellik gördüğü her şeyi paralelkenar olarak ifade etmiştir. Bu sebeple özel ve genel paralelkenarları doğru belirleyebilen öğrenci yamukta ise yanılığ yaşamıştır.

- ...
- Araştırmacı : Peki, F niçin bir yamuktur?
 Öğrenci 5 : Üzerinde paralellik işareti olduğu için.
 Araştırmacı : F’de hangi kenarlar birbirine paralel?
 Öğrenci 5 : Bu ile bu [öğrenci karşı kenarları gösterir].
 Araştırmacı : Peki, diğer iki kenarı paralel mi birbirine?
 Öğrenci 5 : Onlar değil.
 Araştırmacı : Paralelkenarda bir kenar çifti paralel olması yeterli oluyor mu?
 Öğrenci 5 : Bence olur, paralelkenarda bir tane olması yeterli bence.

Daha son mülakattaki görüşlerine yönelik derinlemesine bilgi sunabilmek için deney ve kontrol grubunda görüşülen her bir öğrencinin kendilerine sorulan dörtgen örneklerine hangi türde örnekleri gösterdiği Tablo 44 ve Tablo 45’de verilmiştir. Tabloda yer alan çokgen türleri o türün en genel örneğidir. Ayrıca tabloda kullanılan koyu karakterler doğru ilişkilendirmeleri temsil etmektedir.

Tablo 44. Deney grubu öğrencilerinin son-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlere göre dağılımı

Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ
Öğrenci 1	D	X	X	X	X	X	-	Öğrenci 2	D	X*	X	X	X	X	-
	Y	-	X	-	-	-	-		Y	-	X	-	-	-	-
	PK	-	-	X	X	X	-		PK	-	X	X	X	X	-
	DD	-	-	-	X	X	-		DD	-	-	-	X	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-		ED	-	-	-	-	X	-
	K	-	-	-	-	-	X		-	K	-	-	-	-	X
Öğrenci 3	D	X	X	X	X	X	-	Öğrenci 4	D	X	X	X	X	X	-
	Y	X	X	-	-	-	X		Y	-	X	X	X	X	-
	PK	-	-	X	-	X	-		PK	-	-	X	X	X	-
	DD	-	-	-	X	-	-		DD	-	-	-	X	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-		ED	-	-	-	-	X	-
	K	-	-	-	-	-	X		-	K	-	-	-	-	X
Öğrenci 5	D	X	X	X	X	X	-	Öğrenci 6	D	-	X	X	X	X	-
	Y	-	X	-	-	-	-		Y	-	X	-	-	-	-
	PK	-	-	X	X	X	-		PK	-	-	X	-	X	-
	DD	-	-	-	X	-	-		DD	-	-	-	X	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-		ED	-	-	-	-	X	-
	K	-	-	-	-	-	X		-	K	-	-	-	-	X

Tablo 45. Kontrol grubu öğrencilerinin son-mülakatta dörtgen türlerine yönelik gösterdiği örneklerin türlerine göre dağılımı

Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ	Öğrenci	D	Y	PK	DD	ED	K	DDŞ
Öğrenci 7	D	X*	X	X	X	X	-	D	X	X	X	X	X	X	-
	Y	X*	X	-	-	-	-	Y	X	X	-	-	-	-	-
	PK	-	-	X	X	X	-	PK	-	-	X	-	X	-	-
	DD	-	-	-	X	-	-	DD	-	-	-	X	-	-	-
	ED	-	-	-	-	X	-	ED	-	-	-	-	X*	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	X*	X	-
Öğrenci 9	D	-	-	X	X	X	-								
	Y	-	-	-	-	-	X								
	PK	-	-	X	X	-	-								
	DD	-	-	X	X	-	-								
	ED	-	-	-	-	X	-						X	-	-
	K	-	-	-	-	-	X						-	X	-

(X, tüm örnekleri gösterilmiş; X*, tüm örnekleri gösterilmemiş; -, herhangi bir örneği gösterilmemiş; DDŞ, dörtgen dışı şekil)

İlgili tablolar yorumlandığında dörtgenlerin her üç grupta da doğru belirlendiği görülmektedir. Öğrencilerin çoğu özel dörtgenler ile dörtgen arasında geçişler kurarak kare, dikdörtgen gibi özel dörtgenleri birer dörtgen örneği olarak sunabilmiştir. Ancak, Öğrenci 2 ve 7 içbükey dörtgenleri dörtgen sınıfı içerisine yerleştirmekten kaçınmıştır. Öğrenci 9 ise genel yamuk dışındaki diğer özel dörtgenleri dörtgen olarak belirleyebilmiştir.

Yamuk araştırmanın genelinde de olduğu gibi son mülakatlarda da en problemlili tür olarak karşımıza çıkmıştır. Öğrencilerin çoğu genel yamuk örneklerini gösterebilirken, dinamik geometri ortamında öğrenim gören Öğrenci 4 dışında hiçbir öğrenci özel yamuk türlerini belirleyememiştir. Deney grubu 1’de düşük düzeyde başarılı öğrenci olarak seçilen Öğrenci 3 dışında hiçbir öğrenci genel dörtgenleri yamuk olarak belirlememiştir. Buna karşılık kontrol grubundaki başarılı öğrenci olan Öğrenci 7 ve orta düzeyde başarılı olan Öğrenci 9 genel dörtgen türlerini yamuk olarak isimlendirmiştir. Dörtgen dışı şekilleri yamuk olarak sadece Öğrenci 3 ve Öğrenci 9 göstermiştir. Yamuk ile ilgili olarak genel sonuçlar incelendiğinde Öğrenci 4 dışında her üç grupta da öğrencilerin yetersiz olduğu görülmektedir. Ancak, deney grupları kontrol gruplarına göre daha arzu edilebilir bir performans göstermiştir.

Paralelkenarın genel örneklerini öğrencilerin tümü gösterebilmiştir. Diğer yandan Öğrenci 9 dışındaki tüm öğrenciler eşkenar dörtgen ile paralelkenar arasında geçiş yapabilmışlerdir. Deney grubu öğrencilerinden yalnızca düşük seviyedeki öğrenciler dikkörtgen ile paralelkenarı ilişkilendirebilmişken kontrol grubu öğrencilerinin tümü bu ilişkilendirmeyi yapabilmışlerdir. Ancak kontrol grubu öğrencileri dikkörtgeni paralelkenar olarak isimlendirebilmelerine rağmen bazıları yanlış bir mantığa sahiptir. Bu öğrenciler kullandıkları geometrik şeritler yardımı ile dikkörtgeni paralelkenara dönüştürmüşler ve oluşturdukları genel paralelkenarın yine bir dikkörtgen olduğunu iddia etmiştir. Diğer yandan deney grubu öğrencileri paralelkenar ile kareyi genellikle doğru ilişkilendirebilmişken kontrol grubundan yalnızca Öğrenci 7 bu ilişkilendirmeyi doğru yapabilmıştır.

Mülakat öğrencilerinden tümü D ve L’yi genel dikkörtgen örnekleri olarak doğru bir şekilde nitelemiştir. Ancak, dikkörtgen ile kare arasında geçiş yaparak kareyi dikkörtgen olarak nitelendiren öğrenci sayısı oldukça azdır. Deney gruplarından Öğrenci 1 ve 4 dışında hiçbir öğrenci dikkörtgen ile kare arasında geçiş kuramamıştır. Diğer yandan kontrol grubundaki Öğrenci 9 ise geometrik şeritlerde paralelkenar ile dikkörtgen arasında yanlış ilişki kurmasına rağmen dikkörtgeni paralelkenar olarak isimlendirebilmiştir.

Eşkenar dörtgenin genel örneklerini Öğrenci 8 dışında tüm öğrenciler eksiksiz gösterebilmiştir. Diğer yandan öğrencilerin büyük bir kısmı eşkenar dörtgen ile kare arasındaki ilişkiyi doğru belirleyebilmiştir. Öğrenci 5 ve 8 eşkenar dörtgeni prototip olarak düşünmüş ve kareyi eşkenar dörtgen olarak isimlendirmemiştir. Karede ise Öğrenci 8 ve 9

haricindeki öğrenciler karenin tüm örneklerini doğru gösterebilmişlerdir. Geometrik şeritlerle geçişleri kuran Öğrenci 8 ve 9 ise kare örnekleri olarak genel eşkenar dörtgen olan şekilleri de göstermişlerdir.

Genel olarak mülakatlar incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin dörtgenler arası geçişleri daha doğru düzeyde yaptıkları görülmektedir. Kontrol grubu öğrencileri kullandıkları geometri şeritlerin sınırlı dönüşümlere izin vermesi sebebiyle dörtgenler arası ilişkileri daha ziyade eksik ifade etmişlerdir.

4. TARTIŞMA

Bu bölümünde araştırmanın alt problemleri doğrultusunda elde edilen bulgular, literatürde bu alanlarla ilgili yapılan çalışmalardan yararlanılarak farklı başlıklar halinde yorumlanmıştır.

4.1. Dörtgenlerin Tanımlanmasına Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması

Genelde matematikte özelde ise geometride ispatların, teoremlerin, aksiyomların temelini tanımlamalar oluşturmaktadır. Bu sebeplere ileri düzey matematiğe ulaşabilmede kavramlara dair doğru tanımlama bilgisine sahip olmak ve gerektiğinde özgün tanımlamalar oluşturabilmek bireyin gelişimindeki önemli faktörlerdendir. Bu durum özellikle tümdengelim dayalı geometrik konularda daha da önemli bir boyuttur (Heinze, 2002).

Çalışmada üç farklı öğrenme ortamı tasarlanarak geometrik kavramlardan olan dörtgenlerin doğru tanımlanmasında hangi öğrenme ortamının daha etkili olduğu araştırılmıştır. Uygulama başında yapılan sınavla öğrencilerin her bir dörtgen türüne yönelik yaptıkları tanımlama düzeyleri incelendiğinde her üç grupta yer alan öğrencilerin dörtgen türlerini hiyerarşik veya ekonomik olarak tanımlama düzeyleri oldukça düşük olduğu görülmektedir. Öğrencilerde dörtgenleri tanımlarken çok sık olarak kullandıkları kelimelerden özellikle *şekil*, *geometrik şekil* kelimeleri doğru bir tanımlama oluşturmalarına engel olmuştur. Çünkü bu kelimelerin kullanıldığı tanımlamalarda şeklin kenarlarının doğru parçalarından oluştuğu, şeklin kenar sayısının dört olduğu ve şeklin kapalı olduğu formal olarak çıkarılamamaktadır. Örneğin eşkenar dörtgen için bir öğrencinin oluşturduğu “her kenarı eşit olan şekildir” biçiminde yapılan tanımlama eşkenar dörtgeni kapsayacağı gibi diğer düzgün çokgenleri de (düzgün beşgen,...) kapsamaktadır. Ayrıca bu tanımlama ile şeklin kenarlarının doğru parçalarından oluştuğu ya da şeklin kapalı olup olmadığı hakkında bir kanıya varılamamaktadır. Bir bakıma yapılan bu tanımlamada öğrencinin dörtgen kelimesini kullanmayarak şekil kelimesini kullanmaması eşkenar dörtgen için yetersiz bir tanımlama yapılmasına neden olmuştur. Diğer dörtgen

türleri için de gruplar birbirine benzer hatalar yaparak dörtgen türlerine yönelik çoğunlukla yetersiz veya yanlış tanımlama yapmıştır. Dörtgen türleri arasında her üç grupta da neredeyse tüm öğrencilerin yanlış cevaplandığı tür yamuk olmuştur. Tanımlamalarında genellikle yamuğun matematiksel özelliklerinin belirtilmesi yerine yamuğa dair “kenar uzunlukları birbirinden farklı belirli, kesin bir şekli olmayan çokgendir” gibi tasvirlerin kullanılması ön-test puanlarında öğrencilerin düşük puan almalarına neden olan faktörlerden biri olmuştur. Bu ise öğrencilerin yamuğa dair güçlü larvam yanılgılarına sahip olduklarına işaret etmiştir. Diğer yandan her ne kadar tatmin edici olmasa da öğrenciler en iyi sayılabilecek tanımlamayı karede yapmışlardır. Buna sebep olarak ilköğretim 1. sınıftan ve hatta kimi öğrenciler için okul öncesi eğitimlerinden itibaren kare şekline aşına olmaları gösterilebilir. Ancak, erken yaşlarda öğrendikleri diğer dörtgen türü olan dikdörtgende bu başarıyı gösterememişlerdir. Bu duruma ise dikdörtgene yönelik yapılan tanımlamalarda geçen uzun ve kısa kenarlarının olması gerektiği ya da yalnızca karşılıklı kenarlarının eşit olması gerektiğini belirten tanımlamalar sebep olmuştur.

Genel olarak dörtgen türlere yönelik yapılan tanımlamalar incelendiğinde türler arası ilişkilendirmelerin yapılmaması, dörtgenlerin kapalı olması, kenarlarının doğru parçalarından oluşması ve kenar sayısının dört olmasına ilişkin ifadelerin kullanılmamasının sebep olduğu söylenebilir. İlköğretim birinci kademedeki geometrik şekilleri birbiri ile ilişkilendirmemeleri sebebiyle dörtgenleri birbirinden bağımsız olarak düşünme eğiliminde oldukları ve bu sebeple yetersiz veya yanlış tanımlama oluşturarak prototipsel bir bakış açısına sahip oldukları görülmektedir. Ergün (2010)’un çalışması bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Bu çalışmada öğrencilerin dörtgenlere yönelik tanımlamalarında dörtgenler arası hiyerarşik ilişkilerin dikkate alınmadığı ve öğrencilerin prototipsel bakış açısıyla tanımlama yapma eğiliminde oldukları ortaya çıkmıştır. Her ne kadar dörtgen türlerine dair tanımlama türlerini incelemese de Heinze ve Kwak (2002) 8. sınıf öğrencilerinin (106 öğrenci) geometrik şekilleri doğru tanımlayabilme yüzdelerinin %30-40 arasında olduğunu ve bu yüzdenin istenilen düzeyde olmadığını belirtmiştir. Yazarlar öğrencilerin geometrik şekilleri tanımlamada sorun yaşadıklarını ortaya koymuştur.

Uygulamaya başlamadan önce dörtgenlere yönelik genellikle yetersiz veya yanlış tanımlama yapma eğiliminde olan her üç grup öğrencilerin, yapılan bağımlı T testi ile uygulama sonunda doğru tanımlama düzeylerini anlamlı olarak arttırdıkları görülmüştür.

Yani, ön sınavda dörtgen türlerini çoğunlukla yetersiz ve yanlış tanımlayan her üç grup da aldıkları eğitim sayesinde tanımlama düzeylerini olumlu yönde geliştirmiştir. Her üç grup öğrencileri için tasarlanmış zengin öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrenciler, dörtgenlere yönelik bilgi düzeylerini artırarak istatistiksel olarak daha doğru bir şekilde tanımlama yapabilmektedir. Grupların geometrik şekillere yönelik tanımlamaları özel olarak ele alındığında paralelkenar, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve kareye yönelik yapılan tanımlamalar tatmin edici boyutta iken öğrencilerin dörtgeni ve yamuğu tanımlamada güçlük yaşadıkları görülmüştür. Özellikle tanımlamada kullanılan *şekil*, *şey*, *geometrik şekil* gibi kelimeler ön-testte karşılaşılan duruma benzerlik göstermiştir. Dörtgeni tanımlarken *çokgen* üzerinden tanımlamayan öğrenciler; dörtgenin kapalı olması, kenarlarının doğru parçasından oluşması, kenar sayısının dört olması özelliklerinden en az birini ifade etmemesi sebebiyle genellikle özellikleri eksik kullanılan tanımlama yapmışlardır. Diğer yandan yamuk ile ilgili tanımlamalarda ön-testteki duruma benzer olarak öğrencilerin yamuğun matematiksel özelliklerini kullanmadıkları görülmüştür. Öğrenciler yamuk için daha ziyade kenar uzunlukları, açıları vs. farklı ölçülerde olmasını yönünde tanımlamalar yapmayı tercih ederek yamuk için geçerli olmayan ifadeler kullanmışlardır. Bu durum Ergün (2010) çalışması paralelinde öğrencilerin yamuk için geometrik anlamından ziyade Türkçedeki sözlük anlamından yola çıkmaları ile açıklanabilir. Her ne kadar her üç grupta da öğrencilerin dörtgenlere yönelik tanımlamalarında olumlu gelişimler ortaya çıksa da bu üç öğrenme ortamından hangisinin dörtgenleri doğru tanımlamada daha etkili olduğu ise yapılan kovaryans analizi (ANCOVA) ile ortaya konmuştur.

Kovaryans analizi sonuçlarına göre deney grubu öğrencileri Grup 1 ve Grup 2 çalışma sonunda öğrencilerin dörtgenleri tanımlayabilmeleri açısından istatistiksel açıdan birbirine denk çıkmıştır. Bu ise farklı yapıya sahip dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin dörtgenleri tanımlamaları bakımından bir farklılık göstermediğine işaret etmiştir. Çünkü her iki dinamik geometri yazılımında da oluşturulan geometrik şekiller benzer şekilde dörtgenler arası dönüşümlere izin vermeleri bakımından ortak özellik göstermektedir. Bu sayede bu gruplarda öğrenim gören öğrenciler dörtgenler arası dönüşümleri eşit ölçüde gözlemleyebilmişler bu gözlemleri doğrultusunda doğru tanımlama oluşturmuşlardır. Diğer yandan çalışmada deney gruplarının kontrol grubu olan Grup 3'e istatistiksel olarak üstünlük sağladığı görülmüştür. Grup 1 ve 2'nin kullandığı

dinamik geometri yazılımları, Grup 3'ün kullandığı geometrik şeritler, geometrik tahta ve noktalı kâğıt materyalleri karşısında daha öğrencilerin dörtgenleri doğru tanımlayabilmelerinde daha etkili olmuştur. Çünkü dinamik geometri yazılımlarında geometrik şekillere yüklenen düzgün yapılanma somut materyallerin yapısı gereği sağlanamamıştır. Örneğin, dinamik geometri yazılımlarında oluşturulmuş bir dikdörtgen köşelerinden veya kenarlarından çekildiğinde genel bir paralelkenara dönüşmezken, bu dönüşüm geometrik şeritlerde mümkündür. Bu sebeple düzgün yapılanmış şekillerle çalışamayan kontrol grubu öğrencilerinin deney grubu öğrencilerine göre dörtgenleri istatistiksel olarak daha düşük düzeyde tanımlamışlardır. Gruplar arasında çıkan istatistiksel farklılığa sebep olarak kullanılan materyaldeki eksik yapılanma sebep olarak gösterilebilir.

Benzer bir durum De Villiers'in (1998) 10. sınıf öğrencilerine yönelik planladığı çalışmasında da görülmüştür. Bu çalışmada dinamik geometri ile öğrenim gören grup geleneksel yöntemle öğrenim gören gruba göre paralelkenara dair daha doğru tanımlamalar oluşturmuştur. Ancak, dörtgenler arasından yalnızca paralelkenarın çalışmaya dâhil edilip diğer türlerin saf dışı bırakılması çalışmanın bir sınırlılığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Davison (2003), Hansen ve Pratt'a (2005) göre öğrencilerin geometrik kavramları doğru tanımlama oranını artırabilmek için öğrencilere mikrodünya oluşturabilecekleri ortamlar sağlanmalıdır. Bu öneriyi destekleyerek dinamik geometri ortamlarının geometrik şekilleri tanımlamada etkili olduğu Breen (1999) tarafından ortaya koyulmuştur. Ancak, çalışma grubu tüm dörtgen türlerini sınıf içi etkinliklerde görmesine rağmen, yazarın ön- ve son sınavda yalnızca dikdörtgenin ne olduğunun sorgulanması kapsam geçerliliği yönünden bu çalışmanın eksik olduğunu göstermektedir.

Literatürde ilköğretim öğrencilerinin geometrik şekilleri tanımlamalarına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle öğrencilerin geometrik şekilleri tanımlayabilme düzeylerinin ortaya çıkarıldığı görülmüştür. Ancak, geometrik şekilleri doğru tanımlayabilmede hangi öğrenme ortamının daha etkili olacağına yönelik kapsamlı bir deneysel çalışmaya rastlanmamaktadır. Belirtilen yönüyle bu çalışma literatürdeki çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca bazı araştırmacılar dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin tanımlamalarını incelemelerine rağmen, iki farklı yapıda olan dinamik geometri yazılımlarından hangisinin daha etkili olduğunu ortaya koymamıştır. Bu çalışma ile literatürdeki bu boşluklar giderilmeye çalışılmıştır.

4.2. Dörtgenler Arası İlişkilerin Belirlenmesine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması

İlköğretim öğrencileri herhangi bir türde dörtgenle karşılaştıklarında; bu dörtgenin sahip olduğu şekle ve özelliklere göre özel türünü belirleyebilmektedirler. Fakat bu belirleme daha ziyade dörtgenin özel türü ile ilgili olup, dörtgenler arası ilişkileri belirlemede yetersiz kalmaktadır. Dörtgenlerin yalnızca genel özelliklerinin bilinmesi dörtgenler arasında hiyerarşik ilişkilerin kurmaya ve mantıksal çıkarım yapmaya engel teşkil etmektedir (Leung, 2008). Literatürde birçok araştırmada öğrencilerin karşılaştıkları bu eksiklikler öne çıkarılmıştır. Nitekim bu çalışmada da uygulamaya başlamadan önce yapılan ön-test sonuçları, literatürdeki çalışmaların paralelinde, öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri belirlemede sorun yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır.

DAİS'te bir şeklin birden fazla isme sahip olabileceği mantığıyla oluşturulan sınıflandırma bölümünde her üç grup da ön-testte düşük sayılabilecek bir ortalama ile bu bölümü cevaplamıştır. Sınıflandırma bölümünde yer alan soruların özel yapısına inildiğinde öğrencilerin karenin belirlenmesi ile ilgili olan soruyu daha yüksek düzeyde doğru cevaplayabilmişlerdir. Ancak buna karşılık grupların kareyi; paralelkenar, dikdörtgen gibi başka dörtgen türleri ile isimlendirilmesi ise oldukça düşüktür. Diğerlerine göre öğrencilerin daha iyi olduğu söylenebileceği diğer bir çokgen türü ise dörtgendir. Genel ve özel dörtgenlerin belirlenmesine yönelik olan soruda öğrenciler yetersiz düzeyde olsa da diğer maddelere göre daha başarılı olmuştur. Bunun dışında sınıflandırma bölümündeki maddelerin büyük çoğunluğu %35 doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplanabilmiştir. Bu ise öğrencilerin bir şeklin farklı isimlere sahip olabileceği konusunda yetersiz bilgiye sahip olduğunu ve bu konuda sorun yaşadıklarını göstermiştir. Bu ise öğrencilerin alt sınıflarda aldığı geometri dersinde geometrik şekilleri birbiri ile ilişkilendirmemeleri ve geometrik şekillerin ortak özelliklerini belirleme yerine kesin çizgilerle birbirinden ayırmaya çalışmaları ile açıklanabilir. Bu doğrultuda, çalışmadaki öğrencilerin geometrik şekilleri prototipsel olarak alma eğiliminde oldukları söylenebilir.

En çok sorun yaşanan ve soru maddelerinde doğru cevaplama yüzdesinin düşük olmasına sebep olan dörtgen türü ise yamuktur. Örneğin; kenarlarında paralellik bulunmayan genel bir dörtgeni her üç grupta da öğrencilerin büyük çoğunluğu yamuk

olarak işaretlemiş ve ilgili maddenin doğru cevaplandırma yüzdesinin 0'ın altına düşmesine neden olmuştur. Benzer şekilde yamuğun belirlenmesine yönelik olarak tasarlanmış olan sorularda doğru cevaplandırma yüzdesi 0'ın altına düşmüştür. Öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve paralelkenarın bir yamuk örneği olarak işaretlemesine hemen hemen hiç rastlanmamaktadır. Bu ise öğrencilerin yamuğa dair kavram yanılığısı yaşadıklarını açıkça ortaya koymaktadır. Bu duruma gerekçe olarak bir önceki bölümde de tartışıldığı gibi öğrencilerin yamuğun günlük anlamının kullanmaları gösterilebilir. Nitekim yamuk örneği olarak Euclides dışı geometrik şekillerin, dörtgen olmayan şekillerin ve paralelliği olmayan dörtgenlerin gösterimi bu durumu örnekler niteliktedir.

Sınıflandırma bölümünde karşılaşılan diğer bir durum ise öğrencilerin geometrik şekilleri en özel halleri ile ifade etme eğiliminde olmalarıdır. Sözelimi uzun ve kısa kenar çiftlerine sahip olan dikdörtgeni öğrencilerin büyük çoğunluğu sınavda dikdörtgen olarak işaretlerken paralelkenar veya yamuk işaretleyenlerin sayısı oldukça düşüktür. Kare ve dikdörtgenin paralelkenar olarak belirlemede öğrencilerin sorun yaşadığına dair benzer bir sonuca Akuysal (2007) de ulaşmıştır. Sınavda ikinci olarak en sık işaretlenen çokgen türü ise genellikle dörtgen olmuştur. Ancak, içbükey dörtgenlerin belirlenmesinde öğrenciler büyük ölçüde sorun yaşamıştır. Buna sebep olarak öğrencilerin geometri derslerinde daha ziyade konveks dörtgen türleri ile karşılaşması gösterilebilir. Ergün (2010) ise öğrencilerin genel dörtgenlerden ziyade özel dörtgenleri dörtgen kategorisine alma eğiliminde olduklarını tespit etmiştir. Çünkü geometri derslerinde daha ziyade paralelkenar, kare gibi özel dörtgen çeşitlerine daha fazla önem verilmekte ve sınavlarda daha ziyade özel dörtgenler ile ilgili sorular sorulmaktadır. Bu sebeple genellikle özel dörtgenler üzerinde çalışan öğrenciler genel dörtgenleri dörtgen kategorisine almama eğiliminde olabilirler. Diğer yandan özel dörtgenlerin belirlenmesinde öğrencilerin daha başarılı olduğu söylenebilir. Örneğin genel bir paralelkenarın belirlenmesine yönelik olan soruda en çok paralelkenar işaretlenirken ikinci sırayı dörtgen almıştır. Ancak, eşkenar dörtgende biraz daha farklı bir durumla karşılaşmıştır. Her üç grupta da büyük çoğunluk şekli dörtgen olarak işaretlemişken; ilgili şekil için paralelkenar ve eşkenar dörtgen işaretlemeleri neredeyse eşit sayıdadır. Bu çalışma sonuçlarına paralel olarak Ergün (2010) mülakatlarla görüştüğü 27 öğrencinin büyük çoğunluğunun kare, dikdörtgen gibi özel dörtgenleri, dörtgen olarak isimlendirme eğiliminde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Çalışmada ayrıca

öğrencilerin özel dörtgenler arası ilişkileri belirlemede sorun yaşadığı görülmüştür. Araştırmacı genel olarak 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenleri algılama ve sınıflandırma bakımından orta düzeyde oldukları sonucuna varmıştır.

DAİS'in ön-test sınıflandırma bölümü sonuçlarından yola çıkıldığında; öğrencilerin geometrik şekilleri en özel halleriyle ifade edip prototip bir algıya sahip oldukları ve bir geometrik şeklin birden fazla isme sahip olabileceğini belirlemede sorun yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Gal ve Lew (2008), Monaghan (2000) çalışmalarında öğrencilerin dörtgenlere yönelik prototip algılamalara sahip olduklarını ve dörtgen türlerini birbirinden ayırmaya çalıştıkları sonucuna benzer şekilde ulaşmışlardır. Walcott vd., (2009) ise 4. sınıf öğrencilerinden bazılarının dikdörtgen ve paralelkenarı farklı etiketlemeye çalıştıklarını ve ilgili geometrik şekilleri birbirinden bağımsız düşünme eğiliminde oldukları sonucuna ulaşmıştır.

DAİS özellikler bölümünde ise dörtgenlerin her zaman sahip olduğu yani genel özellikleri sorgulanmaktadır. DAİS özellikler bölümünden elde edilen puanlar incelendiğinde her üç grup da birbirine yakın ortalamalar elde ettiği görülmektedir. Gruplardaki özellikler bölümü ortalaması 29 üzerinden 13-15 arasında değişmiştir. Yapılan F testi sonucu grupların istatistiksel olarak denk olduğu görülmüştür. Ön-test sınıflandırma bölümüne verilen cevaplar incelendiğinde her üç grupta da en yüksek yüzde ile karenin özelliklerinin belirlendiği görülmektedir. Sonraki sırayı dikdörtgen ve paralelkenarın genel özelliklerinin belirlenmesi almıştır. Genel özellikleri bakımından en düşük yüzde ile cevaplanan çokgen türleri ise yamuk ve dörtgen olmuştur. Özellikler bölümünde yer alan hiçbir madde genel bir dörtgen için geçerli değilken bu maddelerden bazılarını işaretleyen öğrencilerin çıkması, negatif değerde bir ortalama elde edilmesine neden olmuştur. Diğer yandan yamuk için yalnızca bir madde her zaman geçerli iken ekstra işaretlemeler dörtgendeki duruma benzer olarak yamuğun ortalamasının negatif değerlere düşmesine neden olmuştur. Öğrencilerin yamuk haricinde diğer özel dörtgenlerini daha iyi belirlemelerini bu geometrik şekillere daha fazla aşina olmaları kaynak olarak gösterilebilir. Özellikle kareyi okul öncesi eğitim yıllarından beri tanıyan öğrencilerin karenin özelliklerini en yüksek düzeyde ifade edebilmeleri olağan bir durum olarak ele alınabilir. DTS ön-test ve sınıflama bölümünden de görülebileceği gibi yamukta öğrenciler yine sorun yaşamıştır. Bu sorunun kaynağı önceki açıklamalara benzer sebeplerden ileri

gelmektedir. Öğrenciler genel dörtgenlere ise paralellik, diklik özellikler ekleyerek, genel dörtgenleri özel dörtgen olarak algılama eğilimindedir.

DAİS mantıksal çıkarım bölümünde ise dörtgenler arası hiyerarşik ilişkiler doğrudan sorgulanmaktadır. Öğrencilerin ön-testte bu bölüme verdikleri cevapların sonuçları incelendiğinde sınıflandırma ve özellikler bölümündekine benzer olarak her üç grubun ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Puanlara uygulanan F testi ise grupların ön-test MÇB’de istatistiksel olarak birbirine denk olduğunu göstermiştir. MÇB’deki sorulara verilen cevaplar incelendiğinde en yüksek doğru cevaplama yüzdesi her üç grupta da K-ED çifti için gerçekleşmiştir. Bu soruda öğrencilerin çoğu karenin her zaman bir eşkenar dörtgen olduğunu işaretlemiştir. Kare ile erken yaşlarda tanışan öğrencilerin karenin tüm kenar uzunluklarının birbirine eş olduğu düşüncesiyle kareyi bir eşkenar dörtgen olarak isimlendirmiş olabileceği düşünülmektedir. Diğer cevaplar için doğru cevaplama yüzdeleri ise genellikle %50’nin altında kalmıştır. En düşük yüzde ile doğru cevaplanan çiftler ise DD-Y ve PK-Y çiftlerinde gerçekleşmiştir. Buna sebep olarak öğrencilerin yamuğu diğer dörtgenlerle ilişkilendirmekten kaçındıkları gösterilebilir. Genel sonuçlar yorumlandığında öğrencilerin dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri çoğunlukla yanlış belirledikleri ve dörtgenler arasında mantıksal çıkarım yapabilme açısından oldukça yetersiz oldukları görülmektedir. Şimdiye kadar dörtgenleri birbirinden bağımsız olarak ele almaları nedeniyle öğrencilerin dörtgen çiftleri arasındaki *her zaman, bazen* yönündeki ilişkisini sahip oldukları eksik bilgi ile düşük bir ortalama da cevaplandırabilmişlerdir.

Deney gruplarına ilgili bilgisayar yazılımları öğretildikten sonra asıl çalışmalar başlamıştır. Her üç grup da çalışma yaprakları ile dörtgenlerin özelliklerini keşfetmiştir. Çalışma yapraklarındaki örneklerden de görülebileceği üzere öğrenciler kendilerine verilen en özel haldeki dörtgen aracılığı ile gözlemler yaparak dörtgenin kenar uzunlukları, karşı kenarlarının paralelliği ve açı ölçüleri arasındaki ilişkileri keşfetmişlerdir. Grup 1 ve Grup 3 öğrencileri dörtgenlerin karşı kenarlarının paralelliğini belirlemede sorun yaşadığı görülürken Grup 2’de böyle bir problemle karşılaşılmamıştır. Çünkü Grup 2’nin kullandığı yazılım olan Cabri Geometry’de dörtgenlerin karşılıklı kenarlarının paralelliği doğrudan *Paralel Mi?* menü çubuğu yardımıyla doğrudan sorgulanabilmektedir ki bu da öğrencilere anında dönüt vermektedir. Ancak Grup 1’in kullandığı yazılımda ve Grup 3’ün kullandığı materyallerde doğrudan öğrencilere dönüt sağlayacak bir özellik yoktur.

Konu köşegenlerin özelliklerine gelince farklı bir durumla karşılaşılmıştır. Deney gruplarındaki öğrenciler geometrik şekilleri kenarlarından çekerek köşegen uzunluklarını incelerken kontrol grubu öğrencileri noktali kâğıt üzerine çizdikleri dörtgenin köşegenlerini incelemiştir. Bu sebeple deney gruplarındaki öğrenciler bazı dörtgenlerin köşegen özelliklerini belirlerken bazen türünde cevaplar vermede daha avantajlı konuma getirmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ise statik bir yapıda dörtgenlerin köşegen özelliklerini incelediklerinden dörtgenlerin bazı özelliklerinde bazen cevabı yerine hiçbir zaman cevabını tercih etmiştir.

Dörtgenler arası dönüşümleri ise deney gruplarının daha avantajlı bir şekilde gözlemledikleri görülmüştür. Çünkü bu gruplar kullandıkları dinamik geometri yazılımında düzgün yapılanma nedeniyle dörtgenler arası ilişkileri doğru bir şekilde gözlemleyebilme fırsatı yakalayabilmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ise geometrik şeritlerdeki sınırlı dönüşümün izin verdiği ölçüde gözlemler yapabilmıştır. Bu durum özellikle çalışma yapraklarına verilen cevaplardan açık bir şekilde görülebilmektedir. Çalışma yapraklarında dörtgenlerin özelliklerinin ekonomik olarak ifade edilmesini amaçlayan bölümde ise her üç grupta da gereğinden fazla özelliklerin yazıldığı görülmüştür. Bu ise öğrencilerin ekonomik olmayan tanımlama yapma eğiliminde olduğunun göstergesidir. Diğer yandan Grup 2’de dörtgenlerin özelliklerin öğrendikten sonra dörtgenlerin bilgisayar yazılımında yeniden oluşturulması istenen Grup 2’nin şekilleri oluşturamadığı gözlenmiştir. Çok az sayıdaki çift geometrik şekillerden bazılarını oluşturabilmiştir. Eşkenar dörtgen ve kareyi hiçbir öğrenci çifti oluşturamamıştır. Grup 2’de karşılaşılan bu durum ile beraber bağımsız yapılandırılmış olarak tasarlanan bu ortamın yarı-yapılandırılmış şekillerle çalışılan bir ortama dönüştüğünü göstermiştir.

Asıl uygulamaların bitiminden sonra DAİS son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Grup 3’ün MÇB hariç, her üç grup da son-test DAİS ve bölümlerinde ön-testtekine göre daha yüksek bir ortalamaya ulaşmıştır. Sınıflandırma bölümüne verilen cevaplar incelendiğinde her üç grubun ön-testtekine benzer olarak şekiller arasından dörtgenlerin belirlenmesine yönelik olan soruya yüksek doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplandıkları görülmektedir. Diğer yandan deney grupları geometrik şekiller içerisinde kareleri belirlemeye yönelik olan soruyu benzer şekilde yüksek doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplandırmıştır. Kontrol grubunun ise dörtgenlerin belirlenmesine yönelik olan soru haricinde %50 doğru cevaplama yüzdesinin üzerinde yalnızca iki soruyu

cevaplayabilmiştir. Bu sorulardan birincisi geometrik şekiller içerisinde kareleri belirlemeye yönelik olan soru iken (%61,36); diğeri genel bir yamuğun isimlendirildiği soru (%63,64) olmuştur. Öğrencilerin kareyi isimlendirmelerindeki başarı erken yaşlarda kare ile tanışmaları sebep olarak gösterilebilir. Buna karşılık deney grupları, birkaç madde dışında diğer maddeleri %50'nin üzerindeki doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplamışlardır. Deney gruplarında standartların altında sayılabilecek doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplandırılan maddeler: şekiller arasından yamuk olanları belirleme ile ilgili olan madde ile genel bir dörtgenin isimlendirilmesine yönelik olan maddedir. Yamuğa yönelik işaretlemelerin türü incelendiğinde paralelliği olmayan genel bir dörtgeni çok sayıda öğrenci yamuk olarak isimlendirdiği görülmüştür. Bu ise ilgili sorunun ortalamasını düşürmüştür. Diğer yandan öğrencilerin yamuk örneklerini göstermede sorun yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır. Kontrol grubu da benzer gerekçelerle deney grupları gibi en çok bu maddelerde sorun yaşamıştır. Deney grupları bu maddelerde çok düşük pozitif bir ortalama elde ederken kontrol grubu ortalaması negatif değerlere düşmüştür. Yamuğa verilen cevaplar göz önüne alındığında öğrencilerin yamuğu diğer dörtgenlerle ilişkilendirmekten kaçındıkları gözlenmiştir. Bu ise öğrencilerin yamuğa karşı prototip bir algıya sahip olduklarına ve yamuğa dair güçlü bir kavram yanlışlığı yaşadıklarına işaret etmiştir. Ancak ön-test ile karşılaştırıldığında öğrencilerin Euclides dışı geometrik şekilleri veya çokgen olmayan şekilleri yamuk olarak isimlendirmekten kaçındığı görülmüştür. Uygulama bu tür geometrik şekillerle karşılaşmayan öğrenciler bu sebeple dörtgen dışı şekilleri yamuk olarak isimlendirmemiş olabilirler. Diğer yandan kontrol grubu öğrencileri çoğu madde için %50'nin altında kaldığı doğru cevaplama yüzdesi ile standartların altında kalmıştır. Dikkat çekici diğer bir durum ise Grup 2'nin sınıflandırma bölümünde yer alan hemen hemen tüm maddelerde diğer gruplara nazaran daha yüksek bir ortalamaya sahip olmasıdır. Bu durum Cabri Geometry yazılımının Grup 2 öğrencilerine dörtgenlerin paralellik özelliğini sorgulamalarında dönüt sağlama özelliği ile açıklanabilir. Yazılımın sahip olduğu bu avantaj özellikler bölümünde daha açık bir şekilde görülmektedir.

DAİS sınıflandırma bölümü ile ilgili grupların ön-test ve son-test puanları bağımlı T testi ile karşılaştırıldığında deney gruplarının ön-test ve son-test ortalamaları arasında istatistiksel bir farklılık görülmüşken, kontrol grubu ön-test ve son-test ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu ise dinamik geometri ortamlarındaki öğrencilerin dörtgenlere yönelik sınıflandırma ve dörtgenleri birden çok isimle ifade

edebilme becerilerinin anlamlı bir şekilde yükseldiğini göstermiştir. Diğer yandan hangi öğrenme ortamının dörtgenleri sınıflandırma bakımından daha etkili olduğunu sorgulamak için yapılan kovaryans analizinde deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık ortaya çıkmazken, kontrol grubunun aleyhinde kontrol grubu ile deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık oluşmuştur. Bu ise dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin anlamlı olarak dörtgenleri daha yüksek düzeyde sınıflandırabildiklerini ortaya çıkarmışken; dinamik geometri ortamları türleri arasında (yarı-yapılandırılmış ve bağımsız yapılandırılmış) herhangi bir anlamlı farklılık görülmemiştir. Bir bakıma yazılımlardaki dörtgenler arası dönüşümler somut materyallerdeki dönüşümlere göre öğrencilerin sınıflandırma yapmasında daha avantajlı olmuştur.

DAİS özellikler bölümünde ise her üç grup da dörtgenlerin genel özelliklerini ön-test sonuçlarına göre yükseltmiştir. Her üç grupta da en yüksek yüzde ile karenin genel özellikleri doğru cevaplandırılmıştır. Dörtgen ve yamuk dışında, gruplar diğer özel dörtgen türlerini %50'nin üzerinde doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplandırmıştır. Dörtgen ve yamukta alınan puanlar ön-test puanlarına göre daha yüksek olsa da doğru cevaplanma yüzdesi oldukça düşük olmuştur. Öğrenciler genel bir dörtgende ve yamukta olması gerekenler dışında ekstra işaretlemeler yapmışlardır.

DAİS özellikler bölümü ile ilgili grupların ön-test ve son-test puanları bağımlı T testi ile karşılaştırıldığında her üç grup da anlamlı olarak genel dörtgenlerin özelliklerini öğrenmede gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Yani, gruplar ön-testte gösterdikleri performansı istatistiksel olarak geliştirmişlerdir. Ancak, hangi öğrenme ortamının dörtgenlerin genel özelliklerini belirleme bakımından daha etkili olduğunu sorgulamak için yapılan kovaryans analizinde Grup 1 ile Grup 3 arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. The Geometric Supposer yazılımını kullanan grupla somut materyaller kullanan kontrol grubu dörtgenlerin genel özelliklerini öğrenmede istatistiksel olarak birbirlerine denk çıkmıştır. Buna karşılık Grup 2 ve Grup 1; Grup 2 ve Grup 3 arasında Grup 2 lehinde istatistiksel bir farklılık görülmüştür. Cabri Geometry yazılımını kullanan öğrenciler dörtgenlerin özelliklerini daha iyi öğrenmişlerdir. Bu grubu diğer gruplardan öne çıkaran gerekçe olarak yazılımın öğrencilere dörtgenlerde paralelliğe dair verdiği doğrudan dönüt olarak gösterilebilir. Özellikle alan içi gözlemlerden alınan notlarda Cabri Geometry yazılımını kullanan grup dışında yer alan öğrencilerin dörtgenlerde paralelliği belirlemede sorun yaşadığı görülmüştür. Bu grupta yer alan öğrenciler özellikle dörtgenler

arası dönüşümler yaptığıında karşılıklı kenarların paralel kalıp kalmadığını belirlemede problemler yaşamıştır. Cabri Geometry yazılımını kullanan grup yazılımdaki *Paralel Mi?* menü çubuğu yardımıyla doğrudan dönüt alabildiğinden bu yönde bir problem yaşamamıştır. Bu sebeple özellikler bölümünde deney grubu 2 istatistiksel olarak öne geçmiştir.

DAİS son-test mantıksal çıkarım bölümünde ise grupların ortalamaları arasında farklılıklar görülmektedir. Grup 1 MÇB’de en yüksek olarak sırasıyla PK-ED çiftini %83; ED-K ve Y-DD çiftlerini %79 doğru cevaplandırma yüzdesi ile cevaplandırmıştır. Grup 2 ise en yüksek sırasıyla DD-K %85, PK-ED %81 ve ED-K çiftini %77 doğru cevaplandırma yüzdesi ile cevaplandırabilmiştir. Grup 1 ve Grup 2’de en düşük yüzde ile cevaplanan maddeler PK-Y ve DD-Y çiftleri olmuştur. Genel olarak deney grupları MÇB’deki 10 sorudan 6’sına %50’nin üzerinde cevap verebilirken 4 adet soruya %50’nin altındaki doğruluk yüzdesi ile cevaplandırabilmiştir. MÇB’de her maddeye verilen cevapların dağılımı incelendiğinde dörtgen çiftleri arasında birinci dörtgen türünün ikinci dörtgen türüne göre hiyerarşik olarak üzerinde olduğu durumlarda, öğrencilerin daha başarılı olarak %50’nin üzerinde doğru cevaplama başarısı gösterdiği görülmüştür. Sözgelimi DD-K çifti için dinamik geometri yazılımlarında öğrenciler dikdörtgeni kenarlarından çektiklerinde bazen kareye çevirebildiklerinden bu madde için en çok bazen seçeneği işaretlemişlerdir. Tam tersi konumda yer alan K-DD (Hiyerarşik olarak altında) çifti için aynı başarıyı deney grubu öğrencileri gösterememiştir. Kareyi yazılımda kenarlarından çeken öğrenciler yazılımdaki düzgün yapılanma gereği kareyi genel bir dikdörtgene çevirememişlerdir. Bu sebeple kare hiçbir zaman dikdörtgen değildir deme yüzdeleri diğer cevaplara göre daha fazla olmuştur. Bu ise dinamik geometri yazılımlarında dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapma bakımından öğrencilerin çiftler arasında HOÜ olduğu durumlarda HOA olduğu durumlara göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Kontrol grubu öğrencileri ise K-ED çiftini %64, ED-K çiftini %50 doğru cevaplama yüzdesi ile cevaplandırırken diğer maddelerin hiçbirinde %50’nin üzerinde bir doğru cevaplandırma yüzdesine ulaşamamışlardır. Grup 3’de mantıksal çıkarım yapma bakımından dörtgen çiftleri arasında HOA veya HOÜ olma bakımından herhangi bir tutarlılığa rastlanmamıştır. Kontrol grubunun mantıksal çıkarım için kullandığı asıl materyal olan geometrik şeritler tam anlamıyla düzgün bir yapılanmaya sahip olmadığı için kontrol grubunda yeterince işlevsel olamamıştır. Nitekim DAİS-MÇB ile ilgili grupların

ön-test ve son-test puanları bağımlı T testi ile karşılaştırıldığında deney gruplarının ön-test ve son-test ortalamaları arasında istatistiksel bir farklılık görülmüşken, kontrol grubu ön-test ve son-test ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu ise dinamik geometri ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme becerilerini geliştirdiğini göstermişken, kontrol grubunda anlamlı bir değişiklik meydana gelmediğini ortaya çıkarmıştır.

Diğer yandan hangi öğrenme ortamının dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapmada daha etkili olduğunu sorgulamak için yapılan kovaryans analizinde deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık ortaya çıkmazken, kontrol grubunun aleyhinde kontrol grubu ile deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık oluşmuştur. Bu ise dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin anlamlı olarak dörtgenler arasında daha yüksek düzeyde mantıksal çıkarım yapabildiklerini ortaya çıkarmışken; dinamik geometri ortamları türleri arasında (yarı-yapılandırılmış ve bağımsız yapılandırılmış) herhangi bir anlamlı farklılık görülmemiştir.

DAİS testinin genelinde ise tüm grupların ön-test ve son-test puanları arasında yapılan bağımlı T testine göre anlamlı bir farklılık görülmüştür. Her üç grup da ön-testtekinе göre dörtgenler arası ilişkileri belirleme becerilerini DAİS genelinde istatistiksel olarak geliştirmiştir. Ancak, öğrenme ortamlarını karşılaştırma adına yapılan kovaryans analizinde deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık görülmezken, deney grupları lehinde, kontrol grubu ile deney grupları arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Bu ise dinamik geometri ortamındaki öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri belirlemede (sınıflandırma, özelliklerini ifade etme, mantıksal çıkarımda bulunma) somut materyaller kullanan gruba göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Diğer yandan deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık olmaması dinamik geometri yazılımı türünün öğrencilerin dörtgenler arası ilişkileri belirlemesi açısından anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Han'ın (2007) çalışmasına bazı yönleriyle benzerlik göstermektedir. 8. sınıf öğrencilerine yönelik olan çalışmada araştırmacı dinamik geometri ortamlarının kullanıldığı ortamda geleneksel ölçme araçlarının (cetvel ve açıölçer) kullanıldığı öğrenme ortamına göre: öğrencilerinin dörtgenlerin kavramsal yapısını anlayabilme; dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri belirleme ve mantıksal çıkarım yapabilme bakımından anlamlı farklılıklar bulmuştur. Ancak araştırmacı geleneksel grubu için

geometrik şerit, geometrik tahta gibi somut materyaller kullanmamıştır. Bu çalışmada kullanılan somut materyaller kontrol grubu öğrencilerinin dörtgenlere yönelik kavramsal bilgilerini yükseltmiş ve bunun sonucunda kontrol grubu ile deney grubu 1 arasında dörtgenlerin genel özelliklerini belirleme bakımından istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir.

Moyer (2003) yapılandırmacıya uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamıyla dinamik geometri ortamı arasında öğrencilerin dörtgenlerin özelliklerini kavramalarına yönelik karşılaştırmalı bir araştırma yapmıştır. Öğrenme ortamlarının karşılaştırdığı çalışmada Moyer, bu çalışmadakinin aksine sonuç elde ederek, gruplar arasında bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak, yapılandırmacıya dayalı öğrenim gören grup herhangi bir somut materyal kullanmaması sebebiyle bu çalışmadan ayrılmaktadır.

Vatansever (2007) karşılaştırmalı olarak yaptığı çalışmada dinamik geometri yazılımı kullanan grupların geleneksel yöntemle (düz anlatım ve soru-cevap) öğrenim gören gruba göre geometri başarısı ve öğrenme kalıcılığı yönünden bilgisayar grubunun daha üstün performans sergilediğini ortaya koymuştur. Ancak, MEB'in öğretim programında 2005 yılında yaptığı değişiklikle matematiğe yapılandırmacıya dayalı öğretimi benimsemiştir. Vatansever'in çalışmasında geleneksel grup için yapılandırmacıya dayalı bir öğretim tasarlanmak yerine düz anlatım ve soru-cevap yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise somut materyaller kullanan grup yapılandırmacıya dayalı bir ortamda öğrenim görmesi sebebiyle Vatansever'in çalışmasından farklılık göstermektedir.

Jones (2000), Leung (2008), Sutherland vd., (2002) farklı seviyelerdeki öğrenci grubuna yönelik yaptıkları çalışmalarında dinamik geometri ortamlarının öğrencilerin dörtgenler arasında mantıksal çıkarım yapma, dörtgenleri sınıflandırma gibi becerilerinde olumlu gelişimler olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ancak, bu çalışmalar karşılaştırmalı araştırmalar niteliğinde olmadığından sınırlılığa.

Öğrencilerin dörtgenler arasında hiyerarşik şema oluşturmaları çalışma sonunda istenmiştir. Gruplardaki tüm öğrenciler oluşturdukları hiyerarşik şemada dörtgeni en üste yerleştirirken gruplarda karşılaşılan bir diğer durum ise yamuğun genellikle yalnızca dörtgenle ilişkilendirilmesi olmuştur. Kontrol grubu öğrencileri geometrik şeritlerin izin verdiği ölçüde genellikle dikdörtgen ve paralelkenarı; eşkenar dörtgen ve kareyi

ilişkilendirmişlerdir. Deney grupları bilgisayar yazılımlarının dörtgenler arası dönüşümlere müsaade ettiği dönüşümleri inceleyerek hiyerarşik ilişkileri kontrol grubuna nazaran daha doğru ölçüde belirleyebildikleri görülmüştür. Örneğin kontrol grubunda dikdörtgen ile kareyi ilişkilendiren çok az sayıda hiyerarşik şema oluşturulmuşken deney gruplarında dikdörtgeni kenarlarından çektiklerinde kareye dönüştüğünü gözlemleyen öğrenciler dikdörtgen ile kareyi ilişkilendirebilmişlerdir. Genel sonuçlar kabaca incelendiğinde deney gruplarının ortalama puanları kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, gruplar arasındaki farklılığı sorgulamak adına yapılan ikili bağımsız T testi sonuçlarına göre deney grupları arasında istatistiksel bir farklılık görülmezken, deney grupları lehinde, kontrol grupları ile deney grupları ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Bu ise dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin dörtgenler arasında daha doğru bir yapıda hiyerarşik şema oluşturabildiklerini göstermiştir. Leung (2008) dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin hiyerarşik şema oluşturma düzeylerinin arttığını çalışma grubunda uyguladığı ön-test son-test puanları ile gözlemlese de, bu çalışmadakinin aksine, öğrenme ortamları arasında karşılaştırmalı bir araştırma yapmamıştır.

4.3. Van Hiele Düzeylerine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması

Geometrik düşünceye yönelik geliştirilen van Hiele teorisi günümüzde de sıklıkla kullanılmakta ve ilköğretim geometri konularında bu teori üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Çünkü beş basamaktan oluşan bu teoride bir üst basamağa çıkıldığında bireyin üst düzey davranışları sergilemesi olanaklı olur. İlköğretim eğitiminin sonunda 3. düzeye çıkabilen öğrenciler ileriki yıllarda karşılaşacakları tümdengelimli ve ispat yapmayı gerektiren geometri dersleri için avantajlı konumda olacaktır. Bu sebeple öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkabilmeleri için uygun öğrenme ortamları tasarlanmalıdır (Fuys vd., 1988).

Grupların uygulama öncesi van Hiele geometrik düşünce bakımından birbirine denk olup olmadıklarını sorgulamak için alınan puanlara uygulanan istatistiksel test ile grupların birbirine denk oldukları görülmüştür. Diğer yandan, uygulama başında yapılan bu sınavda, öğrencilerin hemen hemen hiçbirinin van Hiele 3 düzeyinde olmadıkları, daha ziyade 1. ve 2. düzeyde yer aldıkları ortaya çıkmıştır. Bu ise önceki yıllarda geometride karşılaştıkları

kavramları birbiri ile ilişkilendirme, geometrik kavramları sınıflama gibi üst düzey davranışları sergilemeye yönelik bir öğretimden geçmemeleri ile açıklanabilir. Özellikle dörtgenlere yönelik hiyerarşik düşünce ve akıl yürütme eksiklikleri bu yönde bir sonuca ulaşılmasına neden olabileceği öngörülmektedir. Çünkü van Hiele geometri anlama düzeyleri genelde tümdengelimli düşünceyi özelde ise dörtgenler arasında hiyerarşik düşünme becerilerini test eder niteliktedir. Bu sebeple dörtgenler arasında hiyerarşik düşünce mantığı ile doğru sınıflama bilgisine sahip olan öğrencilerin van Hiele 3. düzeye ulaşabilmelerinde önkoşul öğrenme sayılabilecek bir niteliktedir.

Yaklaşık 2 haftalık bir zaman içerisinde her üç grupta da öğrenciler dörtgenler arası ilişkileri sorgulamaya ve bu ilişkiler arasında gözlemler yapmaya; sınıflandırma, mantıksal çıkarım yapma becerileri kullanmaya ve geliştirmeye yönelik uygun ortamlarda öğrenim görmüştür. Nitekim uygulama sonucunda her üç grubun van Hiele ortalamaları, uygulama öncesine göre yükselmiştir. Gruplarda 1. düzeyde yer alan ya da herhangi bir düzeye yerleşemeyen birey sayısı azalmışken, 2. düzeyde önemli sayılabilecek bir artış meydana gelmiştir. 3. düzeylerde olan birey sayısı her üç grupta da ön-testtekiyle aynı kalmıştır. Ancak, grupların ön-test son-test puanlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulandığında Grup 1'in ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır. Ancak, Grup 1'deki p değeri olan 0,048: .05'e oldukça yakın bir değer çıkmıştır. Diğer yandan Grup 2 ve Grup 3'ün ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Genel olarak öğrencilerin van Hiele 2 düzeyinde kalması her üç öğrenme ortamının da öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkmalarında etkili olmadığına işaret etmiştir. Ancak, bu durum çalışmanın sınırlılıkları ile açıklanabilir. Sözgelimi dörtgenler ve dörtgenler arası ilişkiler van Hiele 3. düzey önkoşullarını sağlamada önemli bir yere sahip olmasına rağmen geometri yalnızca dörtgenler konusuyla sınırlı kalmamaktadır. Dolayısıyla çalışmada öğrencilerin yalnızca dörtgenler konusunu öğrenip diğer geometri konularını öğrenmemeleri van Hiele 3. düzeye çıkamamalarına sebep olarak gösterilebilir. Diğer yandan yaklaşık 8 ders saati boyunca öğrenim görülmesi öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkamamalarına başka bir sebep olarak gösterilebilir. Dörtgenler konusunun dışında başka geometri konularının öğretimi ve bu konuların uzun bir zaman dilimi içerisine yayılımının öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkabilmelerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Nitekim Gigliotti Misretta (1996) 8. sınıf öğrencilerine yönelik tasarladığı geometri dersi ile öğrencilerin birçok geometri konularını öğrenmelerini 20 ders

saati boyunca sağlamış, çalışmanın sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun van Hiele 3. düzeye çıkabildiğini görmüştür. Benzer şekilde Breen (1999)'un çalışmasında bazı geometri konularını toplamda 5 hafta süreyle öğrenen öğrenciler van Hiele 3. Düzeye ulaşabilmişlerdir.

Van Hiele 3. düzeye çıkabilmede öğrenme ortamlarının karşılaştırılması adına yapılan Kruskal Wallis H-Testi sonuçlarına göre her üç öğrenme ortamı istatistiksel olarak birbirine denk oldukları anlaşılmıştır. Yani ne deney grupları arasında ne de deney grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılığa ulaşılamamıştır. Buna sebep olarak uygulamada yalnızca dörtgenler konusunun ele alınması ve ilgili konunun yeterince uzun bir zamana yayılmaması sebep olarak gösterilebilir. Sonuç olarak dinamik geometri ortamları ile somut materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamları öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkabilmelerinde etkili olmamıştır. Ancak, deney gruplarının istatistiksel olarak dörtgenleri tanımlama, sınıflama, dörtgenler arasında mantıksal çıkarım yapma ve dörtgenler arası geçişleri daha iyi kurabilmeleri daha olumlu bir hava yaratmıştır. Nitekim literatürdeki bazı çalışmalar bu düşüncüyü destekler nitelikte sonuca ulaşmıştır. Örneğin Bell (1998)'in çalışmasında bilgisayar destekli çalışma grubu, geleneksel yöntemle öğrenim görüp bilgisayarı takviye amaçlı kullanan gruba göre daha üstün çıkmıştır. Bu sebeple Bell bilgisayarın doğrudan kullanılmasını önermiştir. Dinamik geometri ortamlarının lehine sonuç elde edilen diğer bir çalışma ise Breen (1999) tarafından ortaya konmuştur. Breen, 8. sınıf öğrencilerinin van Hiele 3. düzeye çıkmalarında dinamik geometri ortamlarının etkili olduğunu çalışmasında göstermiştir. Benzer şekilde Han (2007) de dinamik geometri ortamlarının kağıt-kalem temelli öğrenmeye göre van Hiele 3. düzeye ulaşmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmadaki sonuçlara benzer olarak Symser (1994) the Geometric Supposer yazılımı kullanan deney grubunun van Hiele düzeyleri bakımından herhangi bir yazılım kullanmayan kontrol grubu ile birbirine istatistiksel olarak denk olduğuna ulaşmıştır. Benzer olarak Moyer (2003) ise çalışma gruplarından bilgisayar destekli öğrenim gören öğrenciler ile yapılandırmacıya uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamında öğrenim gören öğrenciler arasında van Hiele düzeyleri bakımından bir farklılık bulamamıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların aksine Tutak (2008) çalışmasında somut materyallerin öğrencilerin van Hiele düzeyleri bakımından dinamik geometri ortamlarına göre daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak, araştırmacı 4. sınıf öğrencileriyle

çalıştığı için van Hiele 2 düzeyine yönelik bir çalışma niteliğindedir. Bu çalışmada ise van Hiele 3 düzeyine yönelik olması nedeniyle Tutar'ın çalışmasından farklılık göstermektedir. Doğal olarak bu iki araştırma arasındaki amaç ve teorik beklenti farklılığı, araştırmalara sonuçlarına benzer olarak yansımamıştır. Diğer yandan Gül-Toker'in (2008) çalışmasında geleneksel anlayışla öğrenim gören grup deney gruplarına göre istatistiksel olarak daha düşük performans sergilemesine karşılık çalışmada deney gruplarından dinamik geometri yazılımı kullanan grubu ile kâğıt-kelam temelli öğrenim gören gruplar arasında van Hiele düzeyleri bakımından istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Her iki grupta da öğrenciler çalışma yapılarındaki yönergelerle geometrik şekillerde çevre ve alan hesabı yapmıştır. Ancak çalışmada kâğıt-kelam temelli öğrenim gören grup geometrik şeritlerin çevre uzunluğunu belirlemek için cetvel kullanırken herhangi bir somut materyal kullanılmamıştır. Bu çalışmada ise kontrol grubu öğrencileri dörtgenlerin özelliklerini keşfetmek için cetvelin yanı sıra gönye ve somut materyal kullanmıştır. Bu bakımdan bu çalışma Gül-Toker'in çalışmasından farklılık göstermektedir. Ayrıca, Gül-Toker'in çalışması dörtgenlerden yalnızca kare ve dikdörtgenin alan ve çevre hesabına (6. sınıf düzeyinde) yönelik iken bu çalışma 7. sınıf seviyesindeki dörtgenler ünitesine yöneliktir.

4.4. Dörtgenler Arası Geçişlere Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması

İlköğretim II. kademedeki yer alan öğrenciler genellikle van Hiele 2 düzeyinde yer alan geometrik şekillere dair basit yapıda tanımlama oluşturma, şekillerin matematiksel özelliklerine bilme ve bunlara göre şekilleri birbirinden ayırt etme, kapsamayan tanımlama mantığı ile geometrik şekilleri birbirinden ayrı düşünme gibi bir dizi davranış gösterirler. Van Hiele 3 düzeyinde ise öğrenciler geometrik düşünce düzeylerini geliştirerek herhangi bir geometrik şekli minimum özellikleri ile ifade edebilme, geometrik şekiller arasında hiyerarşik ilişkileri göze alarak kapsamayan tanımlamadan kapsayan tanımlama oluşturmaya doğru davranışlar gösterir (Gutierrez ve Jaime, 1998). Lise öğreniminde geometri derslerinde öğrencilerin başarılı olabilmesi için ilköğretimde öğrencilerin van Hiele 3 düzeyine ulaşmaları önem taşımaktadır (Fuys vd., 1988). Bu sebeple ilköğretimde işlenen geometri dersinin etkililiği ve geometri derslerinden alınan verim büyük önem taşımaktadır.

Genelde geometrik şekiller arası ilişkilerin belirlenmesine dayalı olan van Hiele 3 düzeyi göstergeleri, özelde ise dörtgenler ve dörtgenler arası hiyerarşik ilişkilere dayalıdır. Bu sebeple dörtgenler arası geçiş kurmada zorlanan ilköğretim öğrencilerine etkili öğrenme ortamı oluşturmak büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple çalışma kapsamında üç farklı nitelikte ortam tasarlanarak öğrencilerin hangi öğrenme ortamında dörtgenler arası geçişleri daha kolay kurdukları araştırılmıştır. Bu doğrultuda her gruptan 3 öğrenci olmak üzere toplamda 9 öğrenci ile görüşme yapılmıştır.

Öğrencilerin dörtgenlere yönelik tanımlama ve sınıflama bilgilerindeki eksiklikler görüşülen öğrencilerin düşüncelerinde de görülmüştür. Ön mülakatlarda özel çokgen türlerine karşı öğrencilerin genellikle yetersiz veya yanlış bilgiye sahip oldukları ve dörtgenler arasında geçiş yapamadıkları görülmüştür. Sırasıyla dörtgen, yamuk, paralelkenar, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve kare olmak üzere her bir çokgen türüne yönelik karşılaşılan durumlar ayrı paragraflar haline aşağıda verilmiştir.

Mülakatta görüşülen çoğu öğrenci dörtgen ile olarak kare, eşkenar dörtgen gibi özel dörtgenler arasında geçiş yaparak bu geometrik şekillerin dört kenarının olmasını gerekçe göstererek doğru bir şekilde ele almıştır. Ancak diğer yandan içbükey dörtgenleri dörtgen sınıfına yerleştirmeyen öğrenciler de çıkmıştır. Bunun dışında dörtgen olmayan geometrik şekilleri belli gerekçelerle dörtgen olarak belirten öğrenciler görülmüştür. Bu öğrenciler dörtgenlerin kenarlarının doğru parçalarından oluştuğu veya dörtgenlerin kapalı şekil olduklarına ilişkin kavram bilgisinde eksiklik göstermiştir. Dörtgenlerde diğer bir karşılaşılan durum ise bazı öğrencilerin (Öğrenci 3,6,8 ve 9) dörtgenlerde kenarları arasında eşlik, paralellik ve açıları arasında eşlik özelliklerinden en az birini arayarak kare, dikdörtgen gibi özel dörtgenleri dörtgen kategorisine yerleştirmeye çalışmalarıdır. Dörtgenlerin algılanması ile ilgili olarak en kapsamlı çalışmayı yüksek lisans teziyle Ergün (2010) gerçekleştirmiştir. Yazarın çalışmasında ortaya çıkan bazı sonuçlar bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Ergün (2010) çalışmasında öğrencilerin dörtgeni ifade ederken bilhassa özel dörtgenleri kullandıklarını ortaya çıkarmıştır ki bu çalışmada da öğrencilerin çoğu özel dörtgenleri dörtgen kategorisine yerleştirebilmiştir.

Yamuğun dörtgenler arasında en problemlili tür olduğu mülakatlarda da söylenebilir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu yamukta problemler yaşamıştır. Bazı öğrenciler (G3: Öğrenci 9 gibi) yamuğun kenar sayısının dörtten farklı olabileceğini dile getirmişken bazıları ise (Öğrenci 6 gibi) kenarlarının eğrisel olabileceğini ifade etmiştir. Yamuk ile

karşılaşılan diğer bir durum ise paralelliği olmayan genel dörtgenlerin yamuk olarak ifade edilmesidir. Görüşülen öğrencilerden hiçbiri yamuk ile diğer özel yamuk türleri olan kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve paralelkenar arasında geçiş kuramamıştır. Buna sebep olarak yamuğun çoğu kaynaklarca halen kapsamayan tanımlanmasının ifade edilmesi sebep olarak gösterilebilir. Diğer yandan özellikle dik açığa sahip dikdörtgen ve kareyi öğrencilerin yamuk olarak ifade etmekten kaçınmaları görülmüştür. Benzer problemlerle karşılaşan Ergün (2010) bu durumu yamuğun matematiksel anlamından ziyade öğrencilerin günlük anlamını (bir yana doğru eğik olan) algılama eğiliminde olduklarını belirtmiştir.

Paralelkenarda ise öğrenciler genellikle karşılıklı kenarlarının paralelliğini veya eşitliğini dile getirmiştir. Bu sebeple paralelkenarın genel paralelkenar şeklerini öğrenciler çoğunlukla gösterebilmişlerdir. Diğer yandan eşkenar dörtgen ile paralelkenar arasında öğrenciler genellikle geçişleri ön mülakatta kurabilmişlerdir. Öğrencilerden birçoğu genel eşkenar dörtgen örneklerini paralelkenar örneği olarak sunmuştur. Ancak, eşkenar dörtgenin kenarları yatık duruyor gibi gerekçeler sunan öğrencilerin cevapları tatmin edici olmamıştır. Diğer yandan kare ve dikdörtgen için paralelkenarda geçişler yapabilen öğrenci sayısı oldukça azdır. Ergün (2010)'un çalışmasında ise öğrenciler bu çalışmadaki gibi genel paralelkenar örneklerini göstererek dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve kare ile paralelkenar arasında geçiş kurabilen öğrenci sayısı az sayıdadır. Ancak, Ergün (2010)'nın çalışmasından farklı olarak bu çalışmada görüşülen öğrencilerin büyük çoğunluğu eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak ifade etmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak ifade etmelerine sebep olarak her iki dörtgen türünün karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olmaları ve açılarının 90^0 olmamaları sebep olarak gösterilebilir.

Dikdörtgende ise tüm öğrenciler genel dikdörtgen örneklerini sunmuştur. Bu ise öğrencilerin dikdörtgenin uzun ve kısa kenarlarının olması gerektiği düşüncesine sahip olduklarını göstermektedir. Nitekim bazı ders kitapları dikdörtgenin alan formülünü uzun kenar ile kısa kenar uzunluğunun çarpımı yönünde vermeleri bu düşüncüyü tetikleyen sebepler arasında gösterilebilir. Ergün (2010)'un çalışmasında da benzer olarak öğrenciler dikdörtgeni genel halleri üzerinden ifade etmişken, kare ile dikdörtgen arasındaki geçişi kuran öğrenci sayısı oldukça az çıkmıştır. Diğer yandan, bu çalışmada dikdörtgen ile kare arasında geçişler kurarak ilişkilendiren hiçbir öğrenci görülmezken yalnızca iki öğrenci

(Öğrenci 2 ve 8) dikdörtgen örneği olarak genel paralelkenar örneklerini dikdörtgen olarak sunmuştur.

Eşkenar dörtgende ise öğrenciler büyük çoğunlukla genel eşkenar dörtgen örneklerini gösterebilmişlerdir. Ergün (2010)'un çalışmasında az sayıda öğrenci kare ile eşkenar dörtgen arasında geçişleri kurabilmişken bu çalışmada eşkenar dörtgen ile kare arasında geçişler kurarak kare örneklerini eşkenar dörtgen örneği olarak sunan öğrencilere de rastlanmaktadır. Buna sebep olarak karenin kenar uzunluklarının birbirine eş olması sebebiyle öğrencilerin kareyi eşkenar dörtgen olarak isimlendirmeleri gösterilebilir. Yalnızca Öğrenci 2 eşkenar dörtgeni karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan dörtgen olarak düşündüğü için eşkenar dörtgen dışı bazı şekilleri eşkenar dörtgen olarak varsaymıştır.

Öğrencilerin hepsi kare örneklerini doğru gösterebilmişlerdir. Ancak, kare ile karşılaşılan ikinci durum ise eşkenar dörtgen örneklerinden bazılarının kare örneği olarak sunulması olmuştur. Diğer yandan çalışma kapsamındaki diğer çokgen türlerini kare olarak gösteren öğrenciye rastlanmamıştır.

Genel olarak bu çalışmanın ön mülakat bulguları tartışıldığında öğrencilerin dörtgen ile özel dörtgenler arasında, paralelkenar ile eşkenar dörtgen arasında, eşkenar dörtgen ile kare arasında geçiş yapabildiği görülmüştür. Ancak, bu geçişleri ifade ederlerken öğrencilerin matematiksel dili kullanmada ve düşündüklerini ifade etmede sorun yaşadıkları görülmüştür. Kimi öğrenciler ise (G1: Öğrenci 2 gibi) dörtgen çiftleri arasındaki geçişleri doğru kurabilmişken bu geçişlerin sebeplerini tatmin edici düzeyde açıklayamamışlardır. Buna karşılık yamuk ile diğer özel yamuk türleri arasında paralelkenar ile dikdörtgen ve paralelkenar ile kare arasında, dikdörtgen ile kare arasında geçiş yapamamaları ortaya çıkmıştır.

Asıl uygulamaların bitiminden sonra tekrar yürütülen mülakatlarda gruplarda dörtgenler arasında farklı geçiş türleri elde edilmiştir. Deney grupları benzer nitelikte dinamik geometri yazılımları ile çalıştıkları için birbirine benzer yapıda dörtgenler arası geçişleri kurarken kontrol grubu deney gruplarına göre farklılık göstermiştir.

Dinamik geometri yazılımlarında bir dörtgen türü hiyerarşik olarak altında olan başka bir türe dönüşebilme özelliğine sahiptir. Örneğin; paralelkenar köşelerinden çekildiğinde paralelliği bozulmadan kareye dönüşebilmektedir. Bu sebeple deney grubu öğrencileri paralelkenar üzerinde özel bir paralelkenar olan kare dönüşümünü

gözlemleyebilme fırsatı yakalamışlardır. Bu dönüşümü gözlemleyen bazı öğrenciler (G1: Öğrenci 1 gibi) kare ile paralelkenar arasındaki ilişkiyi kurarak kareyi paralelkenar olarak isimlendirebilmesine rağmen, kimi öğrenciler (G2: Öğrenci 6 gibi) şeklin kareye dönüştüğü anda paralelkenar olmaktan çıktığını belirtmişlerdir. Diğer yandan bazı öğrenciler dörtgenler arası dönüşümleri gerçekleşmediğini iddia etmiştir. Örneğin Öğrenci 5'in son mülakat yamuk bölümünde yamuğu başka şekillere dönüştüremediğini belirtmiştir. Tüm bu örneklerden yola çıkılarak deney grubunda 3 farklı durumun gözlemlendiği görülmüştür. A, B'nin hiyerarşik olarak üzerinde olmak üzere (örn. A: paralelkenar, B eşkenar dörtgen):

1. A şekli, B şekline bazen dönüşür. Bu durumda B şekli özel bir A şeklidir.
2. A şekli, B şekline bazen dönüşür. Ancak şekil, B'ye dönüştüğü anda A olmaktan çıkar.
3. A şekli, B şekline dönüşmez.

Erez ve Yerushalmy (2006) ise bu maddelerden 2.'sine çalışmasında ulaşamamışlardır. Bunun yerine *A şekli B'ye dönüşüyorsa, B şekli de A'ya dönüşür* tütünde bir öğrenci algılaması ile karşılaşmıştır. Bu çalışmanın deney gruplarında meydana gelen bu üç farklı durumdan dönüşümleri birinci durumdaki gibi yorumlayan öğrenciler dörtgenler arası geçişleri kurabilirken diğer ikisi ise dörtgenler arası geçişleri kurmada öğrencilere engel teşkil etmiştir.

Kontrol grubunda ise kullandıkları materyal gereği deney grubundan farklı durumlar meydana gelmiştir. Örneğin geometrik şeritlerle paralelkenarı dikdörtgene çevirebilen öğrencilerden bazıları paralelkenarın açılarının dik açı olabileceğini gözlemleyerek bu dörtgen türleri arasındaki geçişleri kurabilmişlerdir. Diğer yandan geometrik şeritlerdeki düzgün yapılanma eksikliği gereği dikdörtgen köşelerinden çekildiğinde genel bir paralelkenara dönüşebilmektedir. Bu durumu Öğrenci 9 dikdörtgenin açılarının her zaman dik olmasına gerek olmadığı şeklinde yorumlayarak genel paralelkenarı da dikdörtgen olarak isimlendirmiştir. Kontrol grubunda karşılaşılan bir diğer duruma örnek ise dikdörtgen ile kare üzerinde örneklendirilebilir. Deney grupları dikdörtgeni kenarlarından çektiklerinde kareye dönüştürebilmelerine rağmen kontrol grubu geometrik şeritleri köşelerinden çektiklerinde paralelkenara çevirememiştir. Bu durumda öğrencilerin hiçbiri kare ile dikdörtgen arasında geçiş yapamayarak bu iki şekli birbirinden bağımsız düşünmüştür. Bu durumun tam aksini örnekleyecek nitelikte paralelkenar-eşkenar dörtgen

çiftleri arasında yaşanmıştır. Kontrol grubu paralelkenarı köşelerinden çektiklerinde eşkenar dörtgene dönüştürememelerine rağmen eşkenar dörtgeni bir paralelkenar olarak ifade etmişlerdir. . Tüm bu örneklerden yola çıkılarak kontrol grubunda 4 farklı durumla karşılaşıldığı görülmüştür. A, B'nin hiyerarşik olarak üzerinde olmak üzere (örn. A: paralelkenar, B eşkenar dörtgen):

1. A şekli, B şekline bazen dönüşür. Bu durumda B şekli özel bir A şeklidir.
2. B şekli, A şekline bazen dönüşür. Bu durumda A şekli özel bir B şeklidir.
3. B şekli, A şekline bazen dönüşür. Ancak şekil, A'ya dönüştüğü anda B olmaktan çıkar.
4. A şekli, B şekline dönüşmez.

Kontrol grubunda meydana gelen bu dört farklı durumdan dönüşümleri birinci ve üçüncü durumdaki gibi yorumlayan öğrenciler dörtgenler arası geçişleri genellikle kurabilirken diğer ikisi ise dörtgenler arası geçişleri kurmada öğrencilere engel teşkil etmiştir.

Sonuç olarak deney grubu öğrencileri yazılımda kendilerine sunulan olanakları genellikle olumlu değerlendirebilmişken kontrol grubu öğrencileri geometrik şeritlerdeki sınırlılık yüzünden dörtgenler arası geçişler yapamamış veya geçişlerde hata yapmıştır. Geçişleri doğru kurabilen öğrencilerin tanımlama, sınıflandırma ve mantıksal çıkarım yapma, hiyerarşik şema oluşturmada daha başarılı olmaları beklenmektedir. Nitekim deney gruplarının bu becerileri istatistiksel olarak daha iyi yaptıkları nicel analizler sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara ulaşmada dörtgenler arası ilişkilerin nasıl kurulduğu önemli bir cevap olmuştur. Çünkü mülakatlar aracılığı ile farklı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin dörtgenler arası ne tür dönüşümlerle karşılaştığı ve bu dönüşümleri nasıl yorumladığı ortaya koyulmuştur. Dolayısıyla dörtgenler arasındaki ilişkilerin kurulması diğer beceriler için yordayıcı bir niteliğe sahiptir.

Dörtgenler arası geçişlere yönelik çalışmada en dikkat çekici unsur öğrencilerin genellikle yamuğu diğer özel dörtgenlerle ilişkilendirmekten kaçınmaları olmuştur. Hatta kontrol grubu öğrencileri ise paralelliği olmayan genel dörtgenleri yamuk olarak isimlendirme eğilimindedir. Buna sebep olarak geometrik şeritlerle oluşturulmuş bir yamuğun paralellik özelliğini korumaması gösterilebilir. Mülakatlarda bazı öğrenciler (G3: Öğrenci 7 ve 8 gibi) yamuk örneği olarak genel dörtgenleri göstermesi bu durumu açıklar

niteliktedir. Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinden elde edilen verilere göre yamuk ön-mülakatlarda olduğu gibi son-mülakatlarda da en problemlidir. Yıllardır yamuk ülkemizde kapsamayan tanımı ile beraber yani “yalnızca bir kenar çifti birbirine paralel olan dörtgen” olarak ele alınmaktaydı. 2005 öğretim programında hiyerarşik tanımlaması kabul edilmesine rağmen halen kimi kaynaklarda kapsamayan tanımlaması yer almaktadır. Hatta Türk Dil Kurumu sözlüğünde de yamuk için kapsamayan tanımlama yapılmıştır. Bu güçlü önyargıların ve geleneksel anlayışın öğrencilerin yamuğa dair bakışlarını etkiledikleri düşünülmektedir. Bu durum dikdörtgende de kısmen görülmektedir. Öğrenciler genel olarak kareyi dikdörtgen olarak ele alma eğiliminde olmadıkları anlaşılmaktadır. Çünkü halen dikdörtgen için de kapsamayan tanımlama yapan kaynaklara rastlanmaktadır. Örneğin; bazı ders kaynaklar dikdörtgenin alan formülünü uzun kenar ile kısa kenar uzunluğunun çarpımı yönünde vermektedir. Bu sebeplerden ötürü dikdörtgen ile yamuğu öğrenciler genellikle diğer şekillerle ilişkilendirmekten kaçındığı düşünülmektedir.

Sonuçlar geneliyle yorumlandığında kontrol grubunun genel olarak dörtgenleri prototip algılama eğiliminde oldukları anlaşılmışken deney grupları ise dörtgenler arası geçişleri daha doğru bir şekilde kurabildiği söylenebilir. Dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin dörtgenlere dair sahip olduğu prototip bakış açısını dörtgenler arasındaki dönüşümlere göre olumlu yönde değiştirdikleri Yu (2004) tarafından da ortaya koyulmuştur. Ancak, araştırmacının çalışması karşılaştırmalı bir desene sahip değildir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, araştırma sorularına yönelik olarak ayrı başlıklarda verilmiştir.

5.1. Dörtgenlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılmasına Yönelik Sonuçlar

Bu bölüm dörtgenlerin tanımlanması, sınıflandırılması ve van Hiele 3. düzeye çıkabilmeye yönelik olarak ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

5.1.1. DGO Dörtgenlerin Doğru Tanımlanmasında Etkili Olduğu Görülmüştür

Uygulama öncesinde dörtgenleri tanımlayabilme açısından birbirine denk olan gruplar genellikle dörtgenleri yetersiz tanımlama çeşitleriyle tanımlamışlardır. Uygulama sonrasında ise her üç grup da doğru tanımlama yüzdesini uygulama öncesine göre anlamlı bir şekilde artırmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerin dörtgenleri tanımlama düzeyleri incelendiğinde, deney gruplarının dörtgenler için daha ziyade doğru tanımlama oluşturmuşken, kontrol grubunda yetersiz tanımlama yüzdesi doğru tanımlama yüzdesinden daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu ise dörtgenleri doğru tanımlayabilme açısından dinamik geometri ortamlarının daha etkili olduğuna işaret etmiştir. Nitekim öğrenme ortamları karşılaştırdığında deney gruplarının dörtgenleri tanımlayabilme açısından kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak üstün sağladığı görülmüşken, deney grupları arasında herhangi bir istatistiksel bir farklılığa ulaşılmamıştır. Bu ise dinamik geometri ortamlarının geleneksel öğrenme ortamlarına göre dörtgenleri doğru tanımlayabilme açısından daha etkili olduğu sonucuna işaret etmiştir. Diğer yandan doğru tanımlama çeşitlerinden her üç grup öğrencileri de en fazla ekonomik olmayan tanımlamayı tercih etmiştir. Bu ise öğrencilerin dörtgenlerin özelliklerini ifade etmede gereğinden fazla özelliği kullanma eğiliminde oldukları sonucuna işaret etmiştir.

5.1.2. DGO Dörtgenlerin Genel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kısmen Etkili Olduğu Görülmüştür

Bu çalışmada öğrenciler, ikili gruplar haline çalışma yaprakları aracılığı ile dörtgenlerin özelliklerini keşfetmiştir. Deney grupları yazılım üzerinde çalışıp ölçümler yaparken kontrol grubu somut materyaller ve geleneksel ölçme araçları (cetvel ve açıölçer) kullanmıştır. Uygulama sonunda DAİS özellikler bölümü sonuçları incelendiğinde her üç grup da dörtgenlerin genel özelliklerine dair kavramsal bilgisini yükselttiği görülmüştür. Öğrenme ortamlarını karşılaştırmak adına DAİS özellikler bölümü puanlarına uygulanan F testinde ise deney grubu 1 ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu ise dinamik geometri yazılımı the Geometric Supposer ile kontrol grubunun kullandıkları ölçme araçları ve materyaller karşılaştırıldığında her iki grup da istatistiksel açıdan birbirine denk performans gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Diğer yandan Cabri Geometry yazılımı kullanan öğrenciler deney grubu 1 ve kontrol grubuna göre dörtgenlerin genel özelliklerini belirlemede istatistiksel olarak daha başarılı çıkmıştır. Bu farklılığın Grup 2'deki yazılımın dörtgenlerin paralelliğini sorgulamadaki öğrencilere sağladığı avantajla açıklanabilir. Bu sebeple bu çalışmada dinamik geometri ortamlarının dörtgenlerin genel özelliklerinin belirlenmesinde kısmen daha etkili olduğu düşünülmektedir.

5.1.3. DGO Dörtgenlerin Sınıflandırılmasında Etkili Olduğu Görülmüştür

DAİS sınavının sınıflandırma bölümü son-test Cabri Geometry destekli öğrenim gören grup dörtgenlerin genel özelliklerini istatistiksel olarak daha iyi öğrenmesine rağmen the Geometric Supposer yazılımı desteğiyle öğrenim gören grup ile arasında dörtgenleri sınıflandırma açısından herhangi bir anlamlı farklılığa ulaşılmamıştır. Bir bakıma dörtgenler arası dönüşümlere eşit ölçüde müsaade eden her iki yazılımda öğrencilerin sınıflama becerileri birbirine benzer düzeyde çıkmıştır. Diğer yandan somut materyaller kullanan kontrol grubu deney gruplarından istatistiksel olarak daha düşük performans göstermiştir. Kullandıkları materyallerin sınırlı dönüşümlere müsaade etmesi sebebiyle kontrol grubu öğrencilerinin bir dörtgen türünün birden fazla kategori ile

isimlendirilebileceğine yönelik problem yaşadıkları görülmüştür. Deney grupları ise dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri dinamik geometri yazılımında daha iyi keşfederek, sınıflandırma becerisini geliştirmiş ve bir dörtgen türünü birden fazla isimle ifade edebilme yönünde daha başarılı olduğu düşünülmektedir.

5.1.4. DGO Dörtgenler Arası Mantıksal Çıkarım Yapmada Etkili Olduğu Görülmüştür

DAİS mantıksal çıkarım bölümüne yönelik yapılan analiz sonuçlarına göre ise deney grupları dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme yönünden kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha önde olduğu görülmüştür. Bu bölümdeki soruların yapısına özel olarak inildiğinde deney grupları dörtgenler arasındaki ikili ilişkileri belirlerken birinci çiftin ikinci çifte göre hiyerarşik olarak üzerinde olduğu dörtgen çiftleri arasında mantıksal çıkarım yapabilmede daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubunun kullandığı materyaller sınırlı dönüşümlere müsaade ettiğinden kontrol grubu öğrencileri dörtgenler arası dönüşümlerde yetersiz kalarak kullandıkları somut materyallerin izin verdiği ölçüde dörtgenler arasında mantıksal çıkarım yapabilmıştır. Bu deneyimlerden yola çıkılarak dinamik geometri ortamlarında öğrencilerin dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapabilme becerilerinin geleneksel öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu söylenebilir.

5.1.5. Dörtgenler Arası İlişkilere Yönelik Elde Edilen Diğer Sonuçlar

Gruplara uygulanan HŞS’de deney grupları birbirine yakın ortalamada hiyerarşik şema oluşturabilirken kontrol grubu ise deney gruplarına göre istatistiksel olarak daha düşük düzeyde doğru şema oluşturabilmiştir. Bu ise deney gruplarının dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri belirlenmede kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Bağımsız yapılandırılmış ortamda çalışan Grup 2’nin oluşturduğu şekillerin doğruluğu ve dörtgenler arası dönüşümlere müsaade etme durumları incelendiğinde deney

grubu öğrencileri Cabri Geometry yazılımında dörtgenleri inşa etmede yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Grup 2 için bağımsız yapılandırılmış ortam tasarlanması amaçlanmasına rağmen; Grup 1'dekine benzer olarak yarı-yapılandırılmış şekillerle çalışılan bir ortam haline dönüşmüştür.

5.1.6. DGO ile Geleneksel Öğrenme Ortamı Öğrencilerin Van Hiele 3. Düzeye Çıkmalarında Yetersiz Kaldığı Görülmüştür

Uygulamanın başında geometrik düşünce bakımından birbirine denk olan gruplar, uygulama sonunda daha ziyade van Hiele 2. düzeyde kalmış ve istatistiksel olarak birbirine denk performans sergilemiştir. Ancak, deney grubundaki öğrencilerin dörtgenleri tanımlamalarındaki, sınıflandırmalarındaki, dörtgenler arası mantıksal çıkarım yapmalarındaki ve dörtgenler arası geçişleri kurabilmelerindeki olumlu gelişim öğrencilerin van Hiele düzeylerini 3. düzeye ulaşmalarında yordayıcı olacağı düşünülmektedir. Kontrol grubu ise deney grubundaki duruma benzer olarak daha ziyade van hiele 2 düzeyinde kalmıştır. Bu doğrultuda dinamik geometri ortamları ile geleneksel öğrenme ortamı öğrencilerin van Hiele 3. düzeye çıkmalarında yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öğrencilerin Dörtgenler Arası Geçiş Yapmalarını DGO'nun Kolaylaştırdığı Görülmüştür

Dinamik geometri yazılımları hiyerarşik olarak dörtgenler arası dönüşümlere müsaade eder niteliktedir. Bu sebeple yazılımların sahip olduğu bu düzgün yapılanma ile öğrenciler özellikle dörtgenler arasındaki *bazen* ilişkisini gözlemleyebilmektedir. Dörtgenler arasında *her zaman* ilişkisini kurabilmek ise *bazen* ilişkisi kadar kolay olmamaktadır. Örneğin dikdörtgeni kenarlarından çekerek kareye çevirebilen öğrenciler genellikle *dikdörtgen bazen karedir* çıkarımını yapabilmişken karenin her zaman bir dikdörtgen olduğu konusunda bazı öğrenciler sorun yaşamıştır. Kontrol grubunda dörtgenler arası dönüşümleri sorgulamada birinci düzeyde kullanılan geometrik şeritlerde

dörtgenler arası dönüşümler oldukça sınırlıdır. Bu sebeple kontrol grubu öğrencileri dörtgenler arası dönüşümleri eksik gözlemleyebilmiş bazen ise materyaldeki eksik yapılanma nedeni ile dörtgenler arası ilişkileri yanlış gözlemleyebilmiştir. Sonuç olarak mülakatlardan elde edilen veriler deney grubu öğrencilerinin dörtgenler arası ilişkileri kurmada daha başarılı olduklarına işaret etmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlara yönelik ve benzer araştırmalara yönelik önerilerde bulunmuştur.

6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Yönelik Yapılan Öneriler

Bu çalışmada ile dörtgenler konusunda öğrencilerin tanımlama, sınıflama yapma gibi üst düzey becerileri; somut materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamından ziyade dinamik geometri yazılımları ile desteklenmiş öğrenme ortamlarında daha kolay sergileyebildikleri görülmüştür. Bu sebeple öğretim programında yer alan özellikle geometri ve ölçme öğrenme alanları ile ilgili konularda dinamik geometri yazılımlarından etkin şekilde yararlanılmalı ve ilgili konuda karşılaştırmalı araştırmalar yapılarak öğretim programı tabanında iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca matematikte dinamik geometri yazılımı türlerinin sınıf ortamlarındaki farklı kullanımlarına yönelik (yarı-yapılandırılmış, bağımsız-yapılandırılmış) farklı konularda karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır.

Çalışmada öğrencilerin geometrik kavramlara yönelik ilişkilendirme becerileri bakımından ön bilgileri oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Bu ise öğrencilerin geometrik şekillerin genel ve ayırt edici özelliklerini öğrenmeye yönelik aldıkları eğitim ile açıklanmaktadır. Bu sebeple geometrik şekiller arasındaki ilişkileri sorgulayacak nitelikte öğrenme ortamları tasarlanmalıdır. Bu öğrenme ortamlarında öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerinin kullanmaları sağlanmalı ve hiyerarşik düşünce, mantıksal çıkarım yapma gibi üst düzey davranışlar öğrencilere kazandırılmalıdır. Dolayısıyla bu yönde verilmiş bir eğitimin ilköğretim öğrencilerinin van Hiele geometrik düşünce bakımından 3. düzeye çıkabilmelerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda öğrenciler dörtgenleri doğru tanımlayabilme, sınıflandırabilme gibi üst düzey davranışları dinamik geometri ortamlarında daha kolay sergileyebildikleri ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda üçgenler, çokgenler gibi diğer geometrik kavramların öğretiminde dinamik geometri yazılımlarından etkin şekilde yararlanılmalıdır.

Özellikle mülakatlarda öğrencilerin matematiksel dili kullanmada sorun yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin matematiksel dili daha verimli kullanmalarına yönelik ortamlar tasarlanmalı, bu ortamların etkililiği için nitel veya nicel desende karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır.

6.2. Benzer Araştırmalara Yönelik Yapılan Öneriler

Çalışma kapsamında 7. sınıf öğrencileri üzerinde araştırma yapılmıştır. Ancak, farklı öğretim kademesinde yer alan öğrencilerin geometrik şekilleri tanımlayabilme, geometrik şekiller arasında mantıksal çıkarım yapabilme, geometrik şekiller arasındaki geçişleri kurabilme vs. düzeyleri enlemsel veya boylamsal çalışmalar yapılarak belirlenmeli ve farklı öğretim kademesinde yer alan öğrenciler arasında karşılaştırma yapılmalıdır.

Bu çalışmada dörtgenler konusuna yönelik farklı öğrenme ortamlarında öğrenim gören öğrencilerin van Hiele geometri anlama düzeylerindeki gelişimleri ve farklılıkları incelenmiştir. Ancak, öğrencilerin van Hiele geometri anlama düzeyleri yalnızca dörtgenler konusunun öğretimi ile sınırlı kalınmamalı, aksine diğer geometri konularının da öğretimi sağlanarak uzun zaman dilimi içerisinde van Hiele geometri anlama düzeylerine yönelik daha geniş çerçevede araştırmalar yapılmalıdır.

Çalışmada öğrencilerin dörtgenleri tanımlama ve sınıflandırma becerileri birbirinden bağımsız olarak incelenmiştir. Özellikle van Hiele teorisinde tanımlama ve sınıflandırma becerileri oldukça önemli olduğundan bu iki beceri arasında bir ilişkinin olup olmadığı, bir becerinin diğer bir beceriyi nasıl etkilediği, bu becerilerden birinin öğretimi diğer becerinin önkoşulu olup olmadığı daha geniş bir çerçevede sorgulanabilir.

Bu çalışma mülakatlar haricinde toplamda yaklaşık 2 haftalık bir asıl uygulama sürecinden geçmiştir. Daha uzun süre ile matematiksel kavramlara dair derinlemesine yeni araştırmalar yapılmalıdır. Bunun yanı sıra, hem somut materyal hem de bilgisayar yazılımlarının kullanıldığı öğrenme ortamlarının çeşitli değişkenler açısından etkililiği araştırılmalıdır. Ayrıca, araştırmalarda ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programlarını destekleyecek nitelikte bilgisayar yazılımlarının ne şekilde kullanılabileceği üzerinde örnek gösterimleri yapılmalıdır.

Matematikte tanımlamalar öğrencilerin yüksek matematiğe geçmelerinde anahtar rol oynadığından öğrencilere diğer matematiksel kavramlar için özgün tanımlama oluşturmalarına fırsat verilmelidir. Bundan hareketle öğrencilerin matematiksel kavramları tanımlama becerilerinin geliştirilmesine yönelik yeni çalışmalar yapılmalıdır.

Literatürdeki bazı çalışmalar yalnızca öğrencilerin değil aynı zamanda öğretmen adaylarının da geometrik kavramlarda sıkıntı yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu sebeple öğretmen adaylarına yönelik geometrik kavramlar üzerinde tanımlama, sınıflama, mantıksal çıkarım, ispat yapma gibi üst düzey becerilerde yeterliliği sorgulanmalı ve bu becerilerin gelişimine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Aichele, D. ve Wolfe, J., 2008. Geometric Structures: An Inquiry-Based Approach for Prospective Elementary and Middle School Teachers, Stillwater, OK: Oklahoma State University.
- Arcavi, A., ve Hadas, N., 2000. Computer mediated learning: An example of an approach, International Journal of Computers for Mathematical Learning, 5, 25-45.
- Athanasopoulou, A., 2008. An Inquiry Approach to the Study of Quadrilaterals Using Geometers' Sketchpad: A Study with Pre-Service and In-Service Teachers, Doktora Tezi, The University of North Carolina, ABD.
- Akuysal, N., 2007. İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin 7. Sınıf Ünitelerindeki Geometrik Kavramlardaki Yanılgıları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aydoğan, A., 2007. The Effect of Dynamic Geometry Use Together with Open-Ended Explorations in Sixth Grade Students' Performance in Polygons and Similarity and Congruency of Polygons, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Baki, A., 2002. Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik, Ceren Yayın Dağıtım, Ankara.
- Baki, A., 2006. Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi, Derya Kitabevi, Trabzon.
- Battista, M.T., 2001. Shape Makers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning. In J. Tooke and N. Henderson (Eds.) Using Information Technology in Mathematics Education, New York: Haworth Press, pp. 105– 120.
- Baykul, Y., 2009. İlköğretimde Matematik Öğretimi 6–8. Sınıflar, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Bell, M.D., 1998 Impact of an Inductive Conjecturing Approach in a Dynamic Geometry Enhanced Environment, Doktora Tezi, Georgia State Univeristy, ABD.
- Breen, J.J., 1999. Achievement of Van Hiele Level Two in Geometry Thinking by Eight Grade Students Through the use of Geometry computer-based guided instruction, Doktora Tezi, University of South Dakota, ABD.
- Burger, W. F., ve Shaughnessy, J. M., 1986. Characterizing the van Hiele levels of development in geometry, Journal for Research in Mathematics Education, 17, 1, 31–48.
- Büyüköztürk, Ş., 2011. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı (13. Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Casa, T.M. ve Gavin, M.K., 2009. Advancing Elementary School Students' understanding of quadrilaterals. In Craine, T. ve Rubenstein, R. (Eds.), Understanding Geometry for a Changing World, 71st Yearbook, Reston, VA: NCTM, pp. 205-219.

- Choi, S.S., 1996. Students' Learning of Geometry Using Computer Software as a Tool: Three Case Studies, Doktora Tezi, University of Georgia, ABD.
- Çepni, S., 2010. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, 5.Baskı, Trabzon.
- Davison, I., 2003. Using an interactive whiteboard to facilitate understanding of quadrilaterals definition, Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 23, 1, 13–18.
- De Villiers, M., 1987. Research evidence on hierarchical thinking, teaching strategies and the Van Hiele theory: some critical comments. Report no: 10, Research Unit for Mathematics Education, University of Stellenbosch.
- De Villiers, M., 1998. To teach definitions in geometry or teach to define? Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 248–255.
- De Villiers, M., 1994. The role and function of a hierarchical classification of the quadrilaterals, For the Learning of Mathematics, 14, 1, 11-18.
- De Villiers, M., Govender, R. ve Patterson, N., 2009. Defining in Geometry. In Craine, T. & Rubenstein, R. (Eds.), Understanding Geometry for a Changing World, 71st Yearbook, Reston, VA: NCTM, pp. 189-204.
- Erez, M. ve Yerushalmy, M., 2006. "If you can turn a rectangle into a square, you can turn a square into a rectangle": young students' experience the dragging tool, International Journal of Computers for Mathematical Learning, 11, 3, 271-299.
- Ergün, S. 2010. İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenleri Algılama, Tanımlama ve Sınıflandırma Biçimleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Eymen, U. E., 2007. SPSS 15.0 Veri Analiz Yöntemleri-
statistik Merkezi Yayın No: 1. <http://www.istatistikmerkezi.com/e-kitap,spss-150-ile-veri-analizi,19.html> adresinden 12.03. 2010 tarihinde alınmıştır.
- Fidan, Y., 2009. İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Düşünce Düzeyleri ve Buluş Yoluyla Geometri Öğretiminin Öğrencilerin Geometrik Düşünme Düzeylerine Etkisi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Fujita, T. ve Jones, K., 2007. Learners' Understanding of the Definitions and Classifications of Quadrilaterals: Towards a Theoretical Framing, Research in Mathematics Education, 9, 1, 3-20.
- Fuys, D., Geddes, D. ve Tischler, R., 1988. The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. Journal for Research in Mathematics Education: Monograph Number 3.
- Gal, H., ve Lew, H. C., 2008. Is a Rectangle a Parallelogram? Towards a Bypass of Van Hiele Level 3 Decision Making. Paper presented at Topic Study Group 18. ICME 11, Monterrey, Mexico July 2008.
- Gigliotti Misretta, R., 1996. A supplemental geometry unit to enhance eighth-grade students' van Hiele thinking levels, Doktora Tezi, Columbia University, ABD.
- Graumann, G., 2005. Investigating and ordering Quadrilaterals and their analogies in space – problem fields with various aspects, ZDM, 37, 3, 190-198.

- Gutierrez, A., ve Jaime, A., 1998. On the assessment of the van Hiele levels of reasoning, Focus on Learning Problems in Mathematics, 20, 2-3, 27-46.
- Gül-Toker, Z., 2008. The Use of Using Dynamic Geometry Software while Teaching by Guided Discovery on Students' Geometric Thinking Levels and Achievement, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Güven, B., 2002. Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Geometri Öğrenme, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, B. ve Karataş, İ., 2009. Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik Yer Problemlerindeki Başarılarına Etkisi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 42, 1, 1-31
- Han, H., 2007. Middle School Students' Quadrilateral Learning: A Comparison Study, Doktora Tezi, The University of Minnesota, ABD.
- Hansen, A., ve Pratt, D., 2005. How do we Provide Tasks for Children to Explore the Definitions of Quadrilaterals? Mathematics Education Research Group of Australasia, 408-415.
- Hartfield, M. M., Edwards, N. T., ve Bitter, G. G., 1997. Mathematics Methods for Elementary and Middle School Teachers. 3rd ed. ABD. Allyn Bacon.
- Heinze, A., 2002. „... because a square is not a rectangle“ – Students' knowledge of simple geometrical concepts when starting to learn proof. In A. Cockburn ve E. Nardi (Eds.), Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (3, pp. 81-88), Norwich (UK): University of East Anglia.
- Heinze, A., ve Kwak, J.Y., 2002. Informal prerequisites for informal proofs, ZDM, 34, 1, 9-16.
- Jackiw, N., 1991. The Geometer's Sketchpad. Berkeley. CA: Key Curriculum Press.
- Jones, K., 2000. Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretation when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. Educational Studies in Mathematics, 44, 55-85.
- King, J. ve Schattschneider, D., 1997. Preface: Making Geometry Dynamic. In King, J. R., & Schattschneider, D. (Eds.), Geometry turned on! Dynamic software in learning, teaching and research, Washington: MAA Service Center, pp. ix-xiv.
- Korucu, S., 2009. Çokgenler Konusunda Karikatür ve Bilgisayar Destekli Öğretim Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Laborde, J. M. ve Bellemain, F., 2001–2003. Cabri géomètre II Plus. Grenoble: Cabrilog.
- Leung, I. K. C., 2008. Teaching and learning of inclusive and transitive properties among quadrilaterals by deductive reasoning with the aid of SmartBoard, ZDM Mathematics Education, 40, 1007–1021.
- Manouchehri, A., Enderon, M. C., ve Pugnucco, L. A., 1998. Exploring geometry with technology, Mathematics Teaching in the Middle School, 3, 436-442.
- MEB., 2005. İlköğretim matematik dersi (6-8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.

- Monaghan, F., 2000. What difference does it make? Children's views of the differences between some quadrilaterals, Educational Studies in Mathematics, 42, 179-196.
- Moyer, T.O., 2003. An Investigation of the Geometer's Sketchpad and Van Hiele Levels, Doktora tezi, Temple University, ABD.
- NCTM, 2000. Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Pickreign, J., 2007. Rectangles and rhombi: How well do preservice teachers know them. Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers: The Journal, 1 (Content Knowledge). [www.k-12prep.math.ttu.edu]
- Scher, D.P., 2002. Students' Conceptions of Geometry in a Dynamic Geometry Software Environment, Doktora Tezi, New York University, ABD.
- Schwartz, J. L., Yerushalmy, M ve Shternberg, B., 2000. The Geometric Supposer. Center for Educational Technology, İsrail.
- Serow, P., 2008. Investigating a phase approach to using technology as a teaching tool. In M. Goos, R. Brown, ve K. Makar (Eds) Navigating Current and Charting Directions. Proceedings of the 31st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia Inc (pp. 445-452). Brisbane: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Sinclair, M.P., 2003. Some Implications of the Results of a Case Study for the Design of Pre-Constructed, Dynamic Geometry Sketches and Accompanying Materials, Educational Studies in Mathematics, 52, 3, 289-317.
- Smyser, E.M., 1994. The Effects of the Geometric Supposers Spatial Ability, Van Hiele Levels, and Achievement, Doktora Tezi, The Ohio State University, ABD.
- Sutherland, R., Godwin, S., ve Olivero, F., 2002. 'Design Initiatives for Learning: ICT and Geometry in the Primary School', paper presented at British Educational Research Association Conference, University of Exeter, UK September 12-14.
- Tutak, T., 2008. Somut Nesneler ve Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının Öğrencilerin Bilişsel Öğrenmelerine, Tutumlarına ve Van Hiele Geometri Anlama Düzeylerine Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Usiskin, Z., ve Griffin, J., 2008. The classification of quadrilaterals: A study of definition. A Volume is Research in Mathematics Education, Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Vinner, S., 1991. The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In Tall, D. (Ed). Advanced mathematical thinking. Dordrecht: Kluwer.
- Walcott, C., Mohr, D., ve Kastberg, S.E., 2009. Making sense of shape: An analysis of children's written responses, Journal of Mathematical Behavior, 28, 30-40.
- Vatansever, S., 2007. İlköğretim 7. Sınıf Geometri Konularını Dinamik Geometri Yazılımı Geometer's Sketchpad İle Öğrenmenin Başarıya, Kalıcılığa Etkisi ve Öğrenci Görüşleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yu, P.W., 2004. Prototype Development and Discourse among Middle School Students in a Dynamic Geometry Environment, Doktora Tezi, Illinois State University, ABD.

Zaskis, R., ve Leikin, R., 2008. Exemplifying definitions: a case of a square, Educational Studies in Mathematics, 69, 131-148.

EKLER

Ek 1. Van Hiele Geometrik Düşünce Düzeyleri Göstergeleri

1. Düzey, Görsel Düzey (Visualization): Öğrenciler şekilleri (örn. kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen, paralelkenar, yamuk, dörtgen) ve diğer geometrik şekilleri (örn. açılar, paralel doğrular) görünüşlerine göre belirler.

- Öğrenciler dörtgen çeşitlerini bir bütün olarak görünüşlerine göre belirler.
- Öğrenciler dörtgenleri ve diğer geometrik şekilleri isimlendirir ve uygun olarak standart veya standart olmayan türde isimler kullanır.
- Öğrenciler bir dörtgeni oluşturabilir, çizebilir veya kopya edebilir.
- Öğrenciler dörtgenleri görünüşlerine göre bütün olarak sözel ifadelerle tasvir edebilir.
- Öğrenciler çeşitli dörtgenleri bütün olarak görünüş temelinde birbirinden ayırabilir ve birbirleriyle karşılaştırabilir.
- Öğrenciler dörtgenleri birbirinden ayırdıklarında, bu ayırımları konu ile ilgili özellikleri kullanmayarak, kesin olmayan görünümlere ve amaca uygun olmayan özelliklere göre gerçekleştirir.
- Öğrenciler dörtgenlerin özelliklerini veya bileşenlerini, bir dörtgeni isimlendirmek veya belirlemek için, göz önüne almazlar.

2. Düzey, Analiz Düzeyi (Analysis): Öğrenciler şekilleri bileşenlerine ve bileşenler arasındaki ilişkilerine göre analiz eder, deneysel olarak bir şeklin özelliklerini kurar ve problem çözmede özellikleri kullanır.

- Öğrenciler dörtgenlerin bileşenlerini belirler.
- Öğrenciler bileşenler ve ilişkileri için uygun kelimeleri hatırlar ve kullanır.
- Öğrenciler iki şekli bileşenleri arasından ilişkilerine göre karşılaştırabilir.
- Öğrenciler dörtgenleri bir türün tüm özelliklerini dâhil ederek belirgin özelliklerine göre birbirinden ayırır.
- Öğrenciler bir şekli, şeklin özellikleri ve çizim veya şeklin oluşturulma özellikleri açısından yorumlar ve sözel ifadeler kullanır.
- Öğrenciler özel türdeki dörtgenlerin özelliklerini deneysel olarak keşfeder ve bu sınıftaki dörtgenler için özelliklerde genellemeler yapar.
- Öğrenciler bir sınıfta yer alan şekilleri (örn. kare, dikdörtgen) özellikleri açısından tasvir eder.

Ek 1'in devamı

- Öğrenciler bir sınıfta yer alan şekli ayırt etmek için kullandığı özellikleri belirler, ayrıca diğer sınıfta yer alan şekle bu özellikleri uygular ve özelliklerine göre şekillerin sınıflarında karşılaştırmalar yapar.
- Öğrenciler mantıksal olarak özellikleri birbirleriyle ilişkilendiremezler.
- Öğrenciler mantıksal olarak dörtgenleri sınıflandıramazlar. Altsınıf ilişkilerini açıklayamazlar.
- Öğrenciler her bir türdeki dörtgen için formal tanımları ifade edip kullanamazlar çünkü tanımların mantıksal yapısını anlamamışlardır (örn. gerekli ve yeterli özellikler grubu). Onlardan bir şeklin tanımını ifade etmeleri istendiğinde, gereğinden fazla olduğunun farkında olmayarak o şeklin bir sürü özelliğini kullanır.

3. Düzey, Mantıksal Çıkarım Öncesi Düzeyi (Informal Deduction): Öğrenciler farklı sınıftaki dörtgenlerin altsınıf ilişkilerini ayırt eder, tanımlamaları formüle eder ve kullanır, önceden keşfettiği özellikleri sıralamak için formal olmayan tartışmalarda bulunur.

- Bir sınıfta yer alan şekli karakterize eden farklı özellik gruplarını belirler.
- Öğrenciler bir şekli oluşturan minimum özellik gruplarını belirler.
- Öğrenciler aynı şeklin tanımlamasında eşdeğer olmayan tanımlamaları anlar ve belirler.
- Öğrenciler dörtgenleri mantıksal olarak sınıflandırır.
- Öğrenciler informal tartışmalarda bulunur (Fuys, Geddes ve Tiskler, 1988, ss.58-68).

Ek 2. The Geometric Supposer yazılımında her bir dörtgen türünün oluşturulma aşamaları

Dörtgen : Şekiller-Dörtgen-Rastgele

Yamuk : Şekiller-Dörtgen-Yamuk-Rastgele

Paralelkenar : Şekiller-Dörtgen-Paralelkenar-Rastgele

Dikdörtgen : Şekiller-Dörtgen-Paralelkenar-Dikdörtgen-Rastgele

Eşkenar Dörtgen : Şekiller-Dörtgen-Paralelkenar-Eşkenar Dörtgen-Rastgele

: Şekiller-Dörtgen-Deltoid- Eşkenar Dörtgen-Rastgele

: Şekiller-Dörtgen-Paralelkenar-Dikdörtgen-Kare

Kare : Şekiller-Dörtgen-Paralelkenar-Eşkenar Dörtgen-Kare

: Şekiller-Dörtgen-Deltoid-Eşkenar Dörtgen-Kare

Ek 3. İsrail CET Şirketinden Alınan Yazılım Çevirme İzni



4 March 2010

Dear Mr. Samet Okumus,

1. As per your request we hereby grant you permission to translate and/or transform The software "The Geometric Supposer" to the Turkish language for the sole purpose of using it as part of your academic research. We will provide you with the source code of the Geometric Supposer subject to the following terms:
2. You may use the translated version of The Geometric Supposer in the manner of analyzing it and/or having it being part of a comparison research and/or any other academic use of your choice.
3. The translated version of The Geometric Supposer may only be used for research purposes as described above.
4. No License, express, implied or otherwise in this letter, is granted to you other than the use of the translated version, in the manner and to the extent authorized under this letter.
5. All intellectual property rights in The Geometric Supposer is and shall at all times remain the property of CET.
6. No other use of the translated version of The Geometric Supposer is permitted, including commercial use of any kind and/or any use that may be in conflict of interests with CET's activities worldwide.

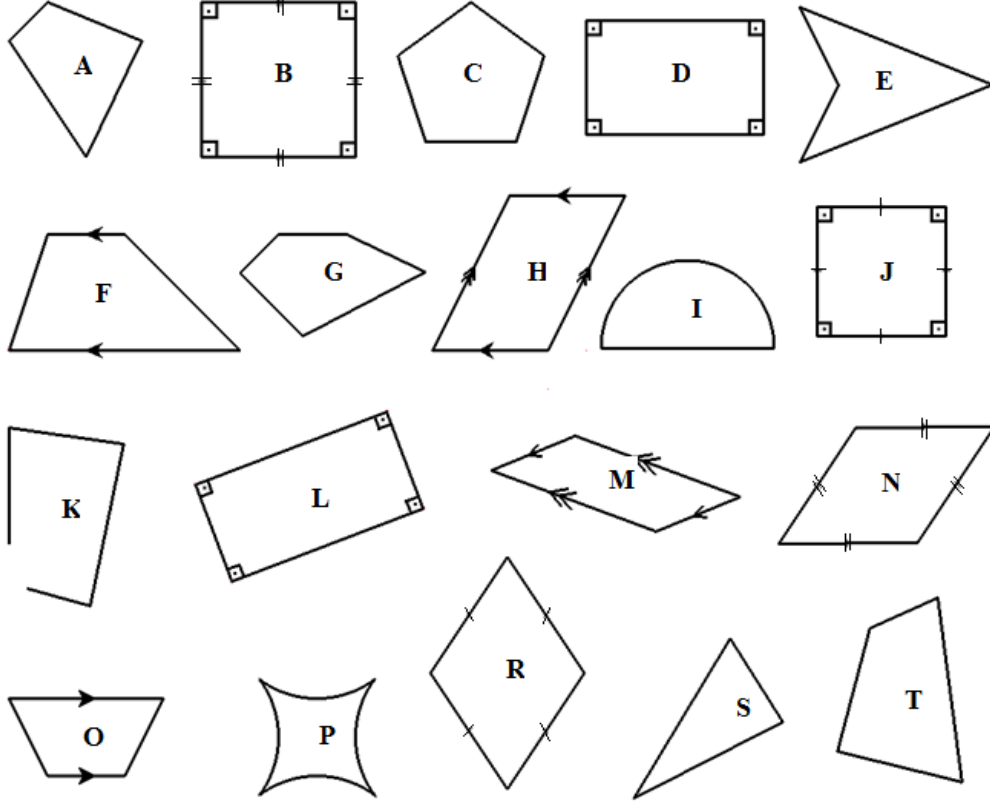
Regards,

Dr. Sara Hershkovitz
Head of Mathematics Dept.
Center for Educational Technology
Tel-Aviv, ISRAEL

I hereby acknowledge the above and accept the terms of your consent.

Ek 4. Dörtgenler Arası İlişkiler Sınavı (DAİS)

- Aşağıdaki şekillerden yararlanarak 1.-6. soruları cevaplayınız. Her bir soruyu cevaplamak için şekiller üzerinde yer alan harfleri kullanınız.



1) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **dörtgendir**?

Cevap:

2) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **karedir**?

Cevap:

3) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **eşkenar dörtgendir**?

Cevap:

4) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **yamuktur**?

Cevap:

5) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **dikdörtgendir**?

Cevap:

6) Yukarıdaki şekillerden hangisi veya hangileri **paralelkenardır**?

Cevap:

Ek 4'ün devamı

- 7.-12. soruların her birinde geometrik şekiller verilmiştir. Bu şekillere hangi adın ya da hangi adların verilebileceğini karşılarındaki bölmelere işaretleyiniz.

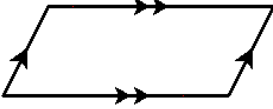
7)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

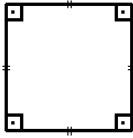
8)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

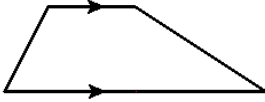
9)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

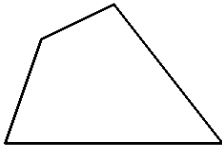
10)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

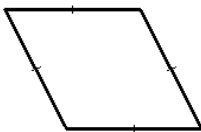
11)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

12)



dörtgen kare dikdörtgen yamuk

paralelkenar eşkenar dörtgen

Ek 4'ün devamı

- Aşağıdaki tabloda yer alan özellikleri inceleyiniz. Verilen geometrik şekillerle özellikleri ilişkilendirerek, özelliğin her zaman doğru olması durumunda ilgili hücreye **X** işareti yerleştiriniz.

Geometrik Şekiller	Kare	Paralel-kenar	Dikdört-gen	Dörtgen	Yamuk	Eşkenar Dörtgen
Özellikleri						
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.						
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.						
Bütün açıları dik açıdır.						
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.						
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.						
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.						
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.						
Köşegenleri birbirine diktir.						
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).						

13) Aşağıdaki paralelkenar ve eşkenar dörtgen ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?

- Paralelkenar her zaman bir eşkenar dörtgendir
- Paralelkenar bazen bir eşkenar dörtgendir
- Paralelkenar asla bir eşkenar dörtgen değildir

14) Aşağıdaki kare ve dikdörtgen ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?

- Kare her zaman bir dikdörtgendir
- Kare bazen bir dikdörtgendir
- Kare asla bir dikdörtgen değildir

15) Aşağıdaki yamuk ve dikdörtgen ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?

- Yamuk her zaman bir dikdörtgendir
- Yamuk bazen bir dikdörtgendir
- Yamuk asla bir dikdörtgen değildir

Ek 4'ün devamı

- 16) Aşağıdaki kare ile eşkenar dörtgen ve ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Kare her zaman bir eşkenar dörtgendir
 - Kare bazen bir eşkenar dörtgendir
 - Kare asla bir eşkenar dörtgen değildir
- 17) Aşağıdaki paralelkenar ve yamuk ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Paralelkenar her zaman bir yamuktur
 - Paralelkenar bazen bir yamuktur
 - Paralelkenar asla bir yamuk değildir
- 18) Aşağıdaki dikdörtgen ve kare ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Dikdörtgen her zaman bir karedir
 - Dikdörtgen bazen bir karedir
 - Dikdörtgen asla bir kare değildir
- 19) Aşağıdaki yamuk ve paralelkenar ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Yamuk her zaman bir paralelkenardır
 - Yamuk bazen bir paralelkenardır
 - Yamuk asla bir paralelkenar değildir
- 20) Aşağıdaki eşkenar dörtgen ve paralelkenar ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Eşkenar dörtgen her zaman bir paralelkenardır
 - Eşkenar dörtgen bazen bir paralelkenardır
 - Eşkenar dörtgen asla bir paralelkenar değildir
- 21) Aşağıdaki eşkenar dörtgen ve kare ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Eşkenar dörtgen her zaman bir karedir
 - Eşkenar dörtgen bazen bir karedir
 - Eşkenar dörtgen asla bir kare değildir
- 22) Aşağıdaki dikdörtgen ve yamuk ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
- Dikdörtgen her zaman bir yamuktur
 - Dikdörtgen bazen bir yamuktur
 - Dikdörtgen asla bir yamuk değildir

Ek 5. Dörtgenleri Tanımlama Sınavı (DTS)

Bir arkadaşınız sizi telefonla arayarak sizden aşağıdaki kelimelerin ne olduğunu sormaktadır. Arkadaşınızın çok acelesi vardır ve telefonunda çok az konuşma dakikası kalmıştır. Bu sebeple sizden mümkün olduğunca anlaşılır tanımlama yapmanızı beklemektedir. Arkadaşınıza yardım eder misiniz?

Dörtgen:

Kare:

Paralelkenar:

Ek 5'in devamı

Dikdörtgen:

Eşkenar Dörtgen:

Yamuk:

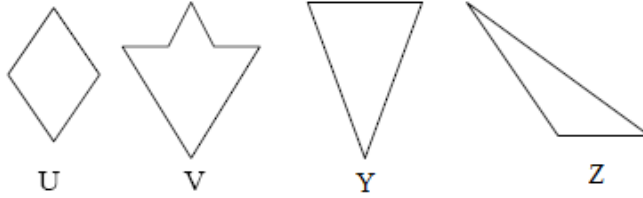
Ek 6. Van Hiele Geometri Anlama Testi (VHGAT)

1) Aşağıdaki şekillerden hangisi ya da hangileri karedir?



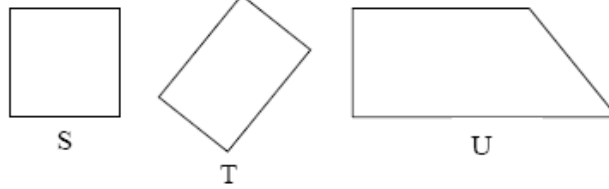
a) Sadece K b) Sadece L c) Sadece M d) L ve M e) Hepsi

2) Aşağıdaki şekillerden hangisi ya da hangileri üçgendir?



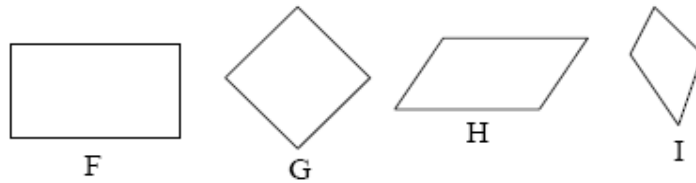
a) Şekillerden hiçbiri üçgen değildir b) Sadece V c) Sadece Y d) Y ve Z e) V ve Y

3) Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri dikdörtgendir?



a) Sadece S b) Sadece T c) S ve T d) S ve U e) Hepsi

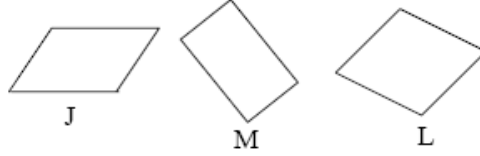
4) Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri karedir?



a) Hiçbiri b) Sadece G c) F ve G d) G ve I e) Hepsi

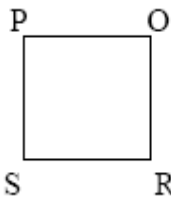
Ek 6'nın devamı

5) Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri paralelkenardır?



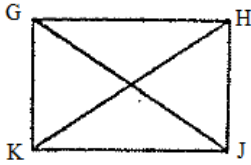
a) Sadece J b) Sadece L c) Sadece J ve M d) Hiçbiri paralelkenar değildir e) Hepsi

6) PQRS bir karedir. Aşağıdaki ilişkilerden hangisi her kare için doğrudur?



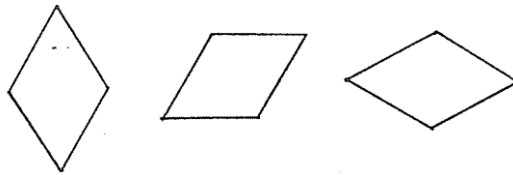
- a) [PR] ve [RS] aynı uzunluktadır.
 b) [OS] ve [PR] birbirini dik keser.
 c) [PS] ve [OR] birbirini dik keser.
 d) [PS] ve [OS] aynı uzunluktadır.
 e) O açısı R açısından daha büyüktür.

7) GHJK dikdörtgeninde [GJ] ve [HK] köşegenlerdir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi her dikdörtgen için doğrudur?



- a) Dört dik açısı vardır.
 b) Dört kenarı vardır.
 c) Köşegenleri eşit uzunluktadır.
 d) Karşıt kenarları eşit uzunluktadır.
 e) a,b,c,d seçeneklerinin hepsi her dikdörtgen için doğrudur.

8) Eşkenar dörtgen her kenar uzunluğu birbirine eşit olan 4 kenarlı bir şekildir. Aşağıdaki şekiller eşkenar dörtgene örnek olarak sunulmuştur.

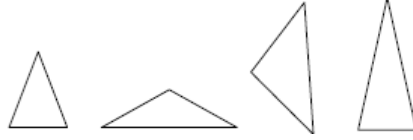


Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi her eşkenar dörtgen için doğru değildir?

- a) Eşkenar dörtgende köşegen uzunlukları eşittir.
 b) Eşkenar dörtgende köşegenler aynı zamanda açıortaydır.
 c) Eşkenar dörtgende köşegenler birbirini dik keser.
 d) Eşkenar dörtgende karşı açılar ölçüsü birbirine eşittir.
 e) a,b,c,d şıklarındaki ifadelerin hepsi her eşkenar dörtgen için doğrudur.

Ek 6'nın devamı

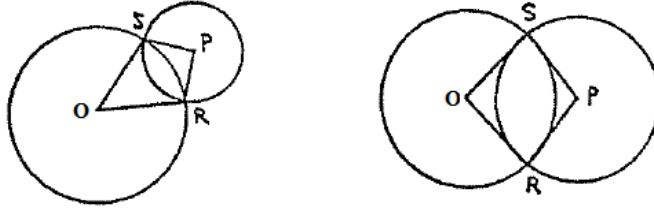
9) İki kenar uzunluğu eşit olan üçgene ikizkenar üçgen denir. Aşağıdaki şekiller ikizkenar üçgene örnek olarak verilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerden hangisi her ikizkenar üçgen için doğrudur?

- İkizkenar üçgende üç kenar da eşit olmalıdır.
- İkizkenar üçgende bir kenar diğer kenarın uzunluğunun iki katı olmalıdır.
- İkizkenar üçgende en az iki açı eşit olmalıdır.
- İkizkenar üçgende üç açı eşit ölçüde olmalıdır.
- a,b,c,d şıklarındaki ifadelerin hiçbiri her ikizkenar için doğru değildir.

10) Merkezleri birbirinin içinde yer almayan ve merkezleri P ve O ile adlandırılmış olan iki çember 4 kenarları PROS şeklini oluşturmak üzere R ve S noktalarında kesişirler. Aşağıda iki örnek verilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerden hangisi her zaman doğru değildir?

- PROS şeklinin iki kenarı eşit uzunlukta olacaktır.
- PROS şeklinin en az iki açısının ölçüsü eşit olacaktır.
- [PO] ve [RS] dik olacaktır.
- P ve O açılarının ölçüleri eşit olacaktır.
- a,b,c,d seçeneklerin hepsi doğrudur.

11) Aşağıda iki önerme verilmiştir.

Önerme 1: F şekli bir dikdörtgendir.

Önerme 2: F şekli bir üçgendir.

Buna göre bu önermelerdeki çıkarımlardan hangi doğrudur?

- Eğer Önerme 1 doğru ise Önerme 2 de doğrudur.
- Eğer Önerme 1 yanlış ise Önerme 2 doğrudur.
- Önerme 1 ve Önerme 2'nin her ikisi birden doğru olamaz.
- Önerme 1 ve Önerme 2'nin her ikisi birden yanlış olamaz.
- a,b,c,d şıklarından hiçbiri doğru değildir.

Ek 6'nın devamı

12) Aşağıda iki önerme verilmiştir.

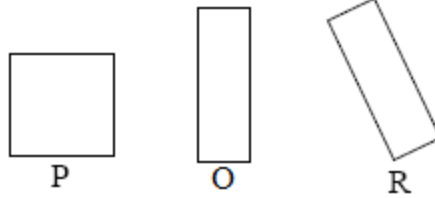
Önerme 1: ABC üçgeni aynı uzunluğa sahip üç kenara sahiptir.

Önerme 2: ABC üçgeninde, B ve C açılarının ölçüleri birbirine eşittir.

Buna göre bu önermelerdeki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

- a) Önerme 1 ve Önerme 2'nin her ikisi birden doğru olamaz.
- b) Eğer Önerme 1 doğru ise Önerme 2 de doğrudur.
- c) Eğer Önerme 2 doğru ise Önerme 1 de doğrudur.
- d) Eğer Önerme 1 yanlış ise Önerme 2 de yanlıştır.
- e) a,b,c,d şıklarından hiçbiri doğru değildir.

13) Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri dikdörtgen olarak adlandırılabilir?



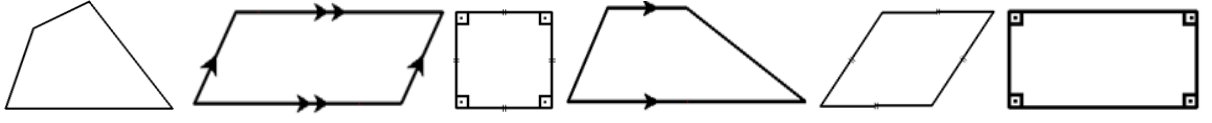
- a) Hepsi
- b) Yalnız O
- c) Yalnız R
- d) P ve O
- e) O ve R

14) Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Dikdörtgenlerin tüm özellikleri, tüm kareler için geçerlidir.
- b) Karelerin tüm özellikleri, tüm dikdörtgenler için de geçerlidir.
- c) Dikdörtgenin tüm özellikleri, tüm paralelkenarlar için geçerlidir.
- d) Karelerin tüm özellikleri, tüm paralelkenarlar için geçerlidir.
- e) a,b,c,d şıklarından hiçbiri doğru değildir.

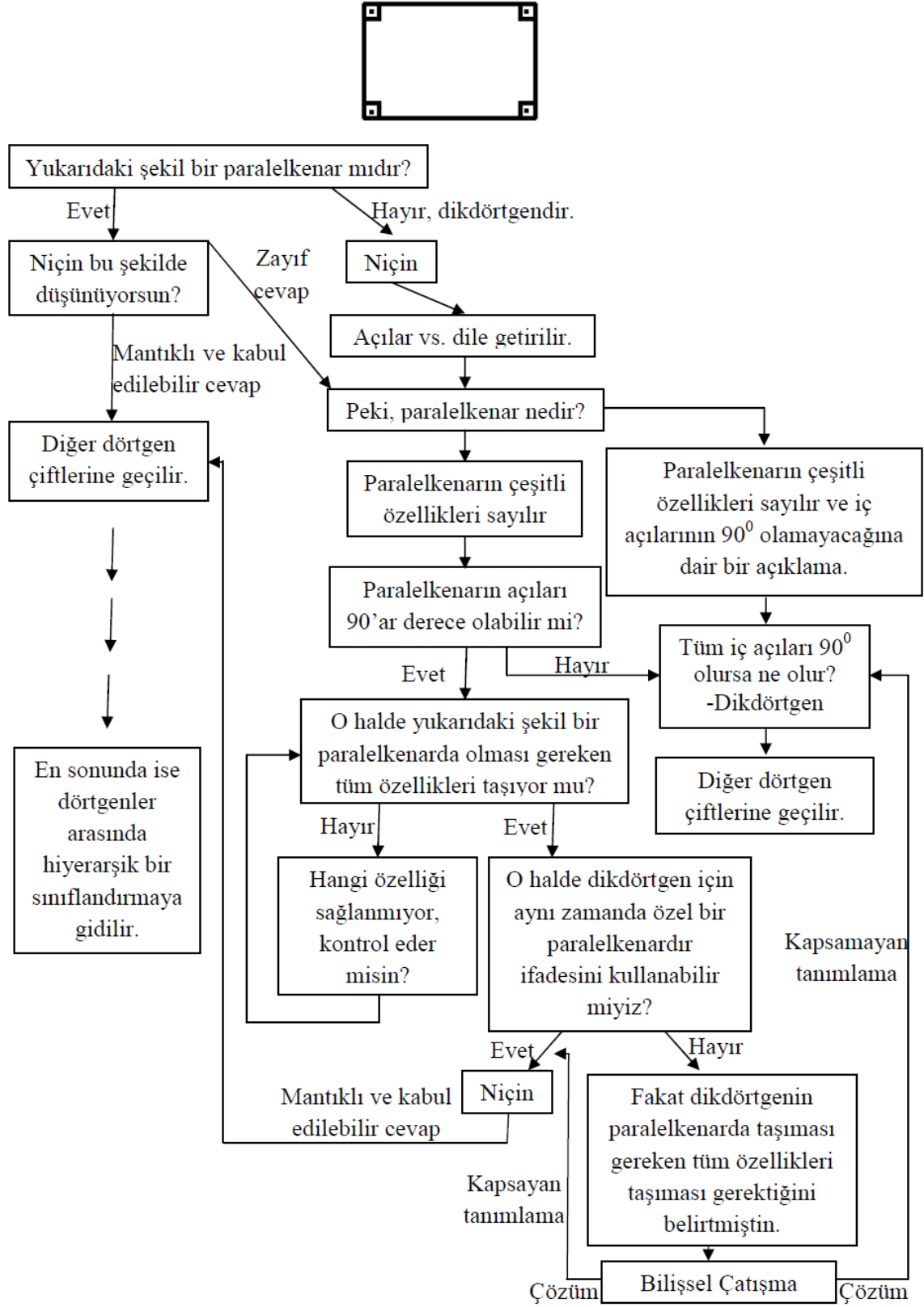
15) Aşağıdakilerden hangisi her dikdörtgende olduğu halde bazı paralelkenarlarda yoktur?

- a) Karşıt kenar uzunlukları eşittir
- b) Köşegen uzunlukları eşittir
- c) Karşıt kenarlar birbirine paraleldir
- d) Karşıt açılar birbirine eşittir
- e) a,b,c,d şıklarından hiçbiri doğru değildir.

Ek 7. Hiyerarşik Şema Sınavı (HŞS)

Aşağıdaki boşluğa **dörtgen**, **paralelkenar**, **kare**, **yamuk**, **eşkenar dörtgen** ve **dikdörtgen** arasında hiyerarşik bir şema oluşturunuz.

Ek 8. De Villiers'ın (1987, s.10) Mülakat Protokolü



Ek 9. Deney Grubu 1 İçin Tasarlanmış Çalışma Yaprakları

Çalışma Yapağı 1

Supposer programda bir **kare** oluşturunuz. Oluşturduğunuz kareyi köşe ve kenarlarından çekerek gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap veriniz.



- Karenin kenar uzunluklarını “*Ölçüm - Tüm uzunluklar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

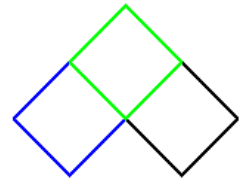
1) Karenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



- Karenin her bir köşesinin açısını “*Ölçüm - Tüm açılar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Karenin her bir köşesinin açıları kaçar derecedir? Açılar arasında nasıl ilişki vardır? Şekil çizerek gösteriniz ve ilişkiyi matematiksel olarak yazınız.

3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda karenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



Ek 9'un devamı



- “Noktalardan doğru parçası/çokgen oluşturma” menüsü yardımıyla karenin köşegenlerini oluşturunuz. Karenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____

7) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden, kare için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Kare
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **kare** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özellik ya da özelliklere sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

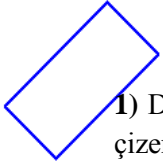
8) Programda kare oluşturmak için hangi menüleri sırasıyla seçtiniz, aşağıdaki boşluğa yazınız.

9) Başka hangi menüleri sırasıyla seçerek kare oluşturulabilirsiniz?

Cevaplarınızı kontrol ediniz

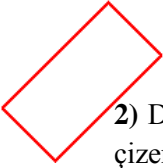
Ek 9'un devamı**Çalışma Yaprağı 2**

Supposer programından rastgele bir **dikdörtgen** oluşturunuz. Oluşturduğunuz dikdörtgeni köşe ve kenarlarından çekerek gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap veriniz.



- Dikdörtgenin kenar uzunluklarını “Ölçüm - Tüm uzunluklar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

1) Dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

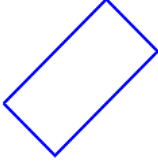


- Dikdörtgenin her bir köşesinin açısını “Ölçüm - Tüm açılar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Dikdörtgenin her bir köşesinin açıları kaçar derecedir? Açılar arasında nasıl ilişki vardır? Şekil çizerek gösteriniz ve ilişkiyi matematiksel olarak yazınız.

3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.

Ek 9'un devamı



- *Noktalardan doğru parçası/çokgen oluşturma* menüsü yardımıyla dikdörtgenin köşegenlerini oluşturunuz. Dikdörtgenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

- 4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____
- 5) Köşegenler birbirini ortalar. _____
- 6) Köşegenler birbirini dik keser. _____
- 7) Dikdörtgeni köşelerinden çektiğinizde tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

- 8) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden dikdörtgen için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Dikdörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

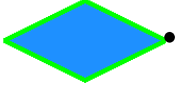
Bir dörtgenin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

- 9) Programda rastgele bir dikdörtgen oluşturmak için hangi menülere sırasıyla girdiğinizi yazınız.

Cevaplarınızı kontrol ediniz

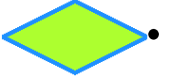
Ek 9'un devamı**Çalışma Yaprağı 3**

Supposer programda rastgele bir **eşkenar dörtgen** oluşturunuz. Oluşturduğunuz eşkenar dörtgeni köşe ve kenarlarından çekerek gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap veriniz.



• Eşkenar dörtgenin kenar uzunluklarını “*Ölçüm - Tüm uzunluklar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

1) Eşkenar dörtgenin kenarları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

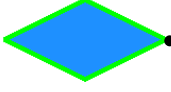


• Eşkenar dörtgenin her bir köşesinin açısını “*Ölçüm - Tüm açılar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Eşkenar dörtgenin karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

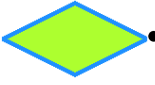
3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.

Ek 9'un devamı



- “Noktalardan doğru parçası/çokgen oluşturma” menüsü yardımıyla eşkenar dörtgenin köşegenlerini oluşturunuz. Eşkenar dörtgenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

- 4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____
- 5) Köşegenler birbirini ortalar. _____
- 6) Köşegenler birbirini dik keser. _____
- 7) Eşkenar dörtgeni köşelerinden çektüğünüzde tüm açıları birbirine eşit oluyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

- 8) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden eşkenar dörtgen için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Eşkenar Dörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

- 9) Eşkenar dörtgen oluşturmak için programda sırasıyla hangi menülere girdiniz?

Cevaplarınızı kontrol ediniz

Ek 9'un devamı**Çalışma Yaprağı 4**

Supposer programda rastgele bir **paralelkenar** oluşturunuz. Oluşturduğunuz paralelkenarı köşe ve kenarlarından çekerek gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap veriniz.



- Paralelkenarın kenar uzunluklarını “*Ölçüm - Tüm uzunluklar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

1) Paralelkenarın karşılıklı kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



- Dörtgenin her bir köşesinin açısını “*Ölçüm - Tüm açılar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Paralelkenarın karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki gözlemliyorsunuz? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda karenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.

Ek 9'un devamı

- “Noktalardan doğru parçası/çokgen oluşturma” menüsü yardımıyla paralelkenarın köşegenlerini oluşturunuz. Paralelkenarın köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____

7) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

8) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

9) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, hem tüm kenar uzunlukları hem de tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Ek 9'un devamı

10) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden paralelkenar için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Paralelkenar
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **paralelkenar** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

11) Paralelkenar oluşturmak için programda sırasıyla hangi menülere girdiniz?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 9'un devamı

Çalışma Yaprağı 5

Supposer programdan rastgele bir **yamuk** oluşturunuz. Oluşturduğunuz yamuğu köşe noktalarından veya kenarlarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemleriniz doğrultusunda cevap veriniz.



- Yamuğun kenar uzunluklarını “Ölçüm - Tüm uzunluklar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

1) Yamuğun kenar uzunlukları arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- Yamuğun her bir köşesinin açısını “Ölçüm - Tüm açılar” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Karşılıklı açı ölçüleri arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

3) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda yamuğun karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Şekil çizerek gösteriniz.

4) “Noktalardan doğru parçası/çokgen oluşturma” menüsü yardımıyla yamuğun köşegenlerini oluşturunuz. Yamuğun köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

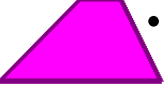
- * Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____
- * Köşegenler birbirini ortalar. _____
- * Köşegenler birbirini dik keser. _____



Ek 9'un devamı

5) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çizin.

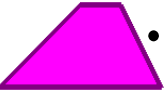
6) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çizin.

7) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çizin.

8) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, hem tüm kenar uzunlukları hem de tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çizin.

Ek 9'un devamı

9) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden yamuk için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Yamuk
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

10) Yamuk oluşturmak için programda sırasıyla hangi menülere girdiniz?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 9'un devamı**Çalışma Yaprağı 6**

- Supposer programından rastgele bir **dörtgen** oluşturunuz. Oluşturduğunuz dörtgeni köşe noktalarından veya kenarlarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemlerinizi doğrultusunda cevap veriniz.

1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda dörtgenin paralelliği hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.



- Dörtgenin kenar uzunluklarını “*Ölçüm - Tüm uzunluklar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Dörtgenin kenar uzunlukları arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- Dörtgenin kenar uzunluklarını “*Ölçüm - Tüm açılar*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Dörtgenin açı ölçüleri arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

Ek 9'un devamı

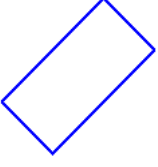
➤ Oluşturduğunuz dörtgeni köşe ve kenarlarından çekerek gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki maddelere **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** türünde cevaplar veriniz.

- * Karşılıklı kenar çiftleri birbirine eşittir. _____
- * Bütün kenarları birbirine eşittir. _____
- * Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir. _____
- * Bütün açıları dik açıdır. _____
- * Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir. _____
- * Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir. _____
- * Köşegen uzunlukları birbirine eşittir. _____
- * Köşegenleri birbirine diktir _____
- * Köşegenler birbirini ortalar. _____

4) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir? Niçin?



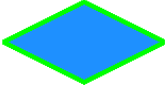
5) Dörtgenler hangi koşullar altında karedir?

Ek 9'un devamı

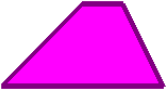
6) Dörtgenler hangi koşullar altında dikdörtgendirler?



7) Dörtgenler hangi koşullar altında paralelkenardırlar?



8) Dörtgenler hangi koşullar altında eşkenar dörtgendirler?



9) Dörtgenler hangi koşullar altında yamukturlar?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 10. Deney Grubu 2 İçin Tasarlanmış Çalışma Yaprakları

Çalışma Yapağı 1

a) Bilgisayarınızda **kare** isimli Cabri dosyasını açınız.

b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemlerinizi doğrultusunda cevap veriniz.



1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda karenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



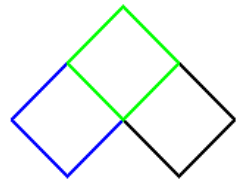
- Karenin her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Karenin kenarlar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



- Karenin her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Karenin her bir köşesinin açıları kaçar derecedir? Açılar arasında nasıl ilişki vardır? Şekil çizerek gösteriniz ve ilişkiyi matematiksel olarak yazınız.



Ek 10'un devamı



- “Doğru parçası” menüsü yardımıyla karenin köşegenlerini oluşturunuz. Karenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____

7) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden, kare için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Kare
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **kare** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe ya da özelliklere sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

8) Karede bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir kare oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?



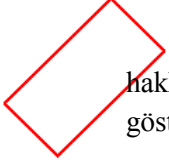
- Tüm maddeleri cevapladıktan sonra dosyaya adınızı soyadınızı ve kare yazarak çizim dosyanızı bilgisayar masaüstüne kaydediniz.

Cevaplarınızı kontrol ediniz

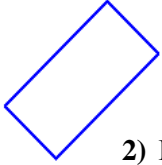
Ek 10'un devamı**Çalışma Yaprağı 2**

a) Bilgisayarınızda **dikdörtgen** isimli Cabri dosyasını açınız.

b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemleriniz doğrultusunda cevap veriniz.

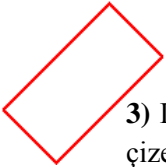


1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelligi hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



• Dikdörtgenin her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

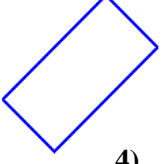
2) Dikdörtgenin karşılıklı kenarları arasında nasıl bir ilişki vardır? Kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



• Dikdörtgenin her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Dikdörtgenin her bir köşesinin açıları kaçar derecedir? Açılar arasında nasıl ilişki vardır? Şekil çizerek gösteriniz ve ilişkiyi matematiksel olarak yazınız.

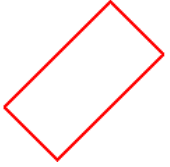
Ek 10'un devamı



- “Doğru parçası” menüsü yardımıyla dikdörtgenin köşegenlerini oluşturunuz. Dikdörtgenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

- 4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____
- 5) Köşegenler birbirini ortalar. _____
- 6) Köşegenler birbirini dik keser. _____
- 7) Dikdörtgeni köşelerinden çektüğünüzde tüm kenarları eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

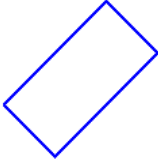
- 8) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden dikdörtgen için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Dikdörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir şeklin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 10'un devamı

9) Dikdörtgende bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir dikdörtgen oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?



- Tüm maddeleri cevapladıktan sonra dosyaya adınızı soyadınızı ve dikdörtgen yazarak çizim dosyanızı masaüstüne kaydediniz.

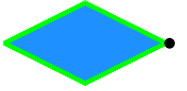
Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 10'un devamı**Çalışma Yaprağı 3**

a) Bilgisayarınızda **eşkenar dörtgen** isimli Cabri dosyasını açınız.

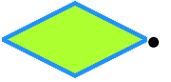
b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemlerinizi doğrultusunda cevap veriniz.

1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



• Eşkenar dörtgenin her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

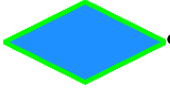
2) Eşkenar dörtgenin kenarları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



• Eşkenar dörtgenin her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Eşkenar dörtgenin karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki gözlemliyorsunuz? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

Ek 10'un devamı



- “Doğru parçası” menüsü yardımıyla eşkenar dörtgenin köşegenlerini oluşturunuz. Eşkenar dörtgenin köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

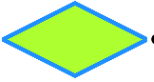
4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____

7) Eşkenar dörtgeni köşelerinden çektığınızde tüm açıları birbirine eşit oluyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

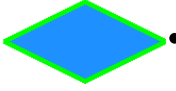
8) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden eşkenar dörtgen için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Eşkenar Dörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 10'un devamı

9) Eşkenar dörtgende bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir eşkenar dörtgen oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?



- Tüm maddeleri cevapladıktan sonra dosyaya adınızı soyadınızı eşkenar dörtgen yazarak çizim dosyanızı bilgisayar masaüstüne kaydediniz.

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 10'un devamı**Çalışma Yaprağı 4**

a) Bilgisayarınızda **paralelkenar** isimli Cabri dosyasını açınız.

b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemlerinizi doğrultusunda cevap veriniz.



1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda paralelkenarın karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



- Paralelkenarın her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Paralelkenarın karşılıklı kenarlar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



- Paralelkenarın her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Paralelkenarın karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki gözlemliyorsunuz? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



Ek 10'un devamı

- “Doğru parçası” menüsü yardımıyla paralelkenarın köşegenlerini oluşturunuz. Paralelkenarın köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.



4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____

7) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır

- Cevabımız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

8) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabımız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

9) Paralelkenarı köşelerinden çektüğünüzde, hem tüm kenar uzunlukları hem de tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabımız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Ek 10'un devamı

10) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden paralelkenar için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Paralel-kenar
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşitir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **paralelkenar** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

11) Paralelkenarda bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir paralelkenar oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?



• Tüm maddeleri cevapladıktan sonra dosyaya adınızı soyadınızı ve paralelkenar yazarak çizim dosyanızı bilgisayarın masaüstüne kaydediniz.

Cevaplarınızı kontrol ediniz

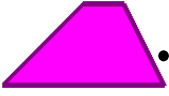
Ek 10'un devamı

Çalışma Yaprağı 5

a) Bilgisayarınızda **yamuk** isimli Cabri dosyasını açınız.

b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemlerinizi doğrultusunda cevap veriniz.

1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda yamuğun karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Şekil çizerek gösteriniz.



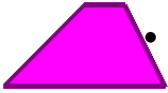
- Yamuğun her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Yamuğun kenar uzunlukları arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- Yamuğun her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Yamuğun karşılıklı açı ölçüleri arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- “*Doğru parçası*” menüsü yardımıyla yamuğun köşegenlerini oluşturunuz. Yamuğun köşegenlerini oluşturduktan sonra gözlemler yaparak aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

4) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

5) Köşegenler birbirini ortalar. _____

6) Köşegenler birbirini dik keser. _____



Ek 10'un devamı

7) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

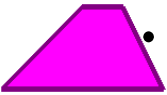
8) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

9) Yamuęu kőşelerinden çektięinizde, tüm ačıları birbirine eřit olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

10) Yamuęu kőşelerinden çektiğinizde, hem tüm kenar uzunlukları hem de tüm ačıları birbirine eřit olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

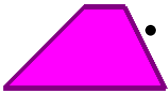
Ek 10'un devamı

11) Aşağıdaki tabloda yer alan özelliklerden yamuk için **her zaman** sağlanan bölmelere X işareti yerleştiriniz.

Özellikler	Yamuk
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.


12) Yamukta bulduğunuz özellikleri dikkate alarak, Cabri programında yeni bir yamuk oluşturabilir misiniz? Bunun için hangi özellikleri kullanmak yeterlidir?




- Tüm maddeleri cevapladıktan sonra dosyaya adınızı soyadınızı ve yamuk yazarak çizim dosyanızı bilgisayarın masaüstüne kaydediniz.

Cevaplarınızı kontrol ediniz


Ek 10'un devamı**Çalışma Yaprağı 6**

- 
- a) Cabri'de boş bir çalışma sayfası açınız ve “Çokgen” menüsü yardımıyla rastgele bir dörtgen oluşturunuz.
 - b) Ekrandaki şekli köşe noktalarından çekerek gözlemler yapınız ve aşağıdaki sorulara gözlemleriniz doğrultusunda cevap veriniz.

1) Yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda dörtgenin paralelliği hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

- 
- Dörtgenin her bir kenar uzunluğunu “*Uzaklık veya Uzunluk*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

2) Dörtgenin kenar uzunlukları arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

- 
- Dörtgenin her bir köşesinin açısını “*Açı*” menüsü yardımıyla ölçünüz.

3) Dörtgenin açı ölçüleri arasında **her zaman** sağlanan bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

Ek 10'un devamı

➤ Oluşturduğunuz dörtgeni köşelerinden çekip gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi doğrultusunda aşağıdaki maddelere **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** türünde cevaplar veriniz.

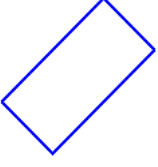
- * Karşılıklı kenar çiftleri birbirine eşittir. _____
- * Bütün kenarları birbirine eştir. _____
- * Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eştir. _____
- * Bütün açıları dik açıdır. _____
- * Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir. _____
- * Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir. _____
- * Köşegen uzunlukları birbirine eştir. _____
- * Köşegenleri birbirine diktir _____
- * Köşegenler birbirini ortalar. _____

4) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir?

Niçin?



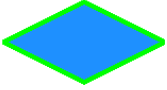
5) Dörtgenler hangi koşullar altında karedir?

Ek 10'un devamı

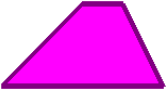
6) Dörtgenler hangi koşullar altında dikdörtgendirler?



7) Dörtgenler hangi koşullar altında paralelkenardırlar?



8) Dörtgenler hangi koşullar altında eşkenar dörtgendirler?



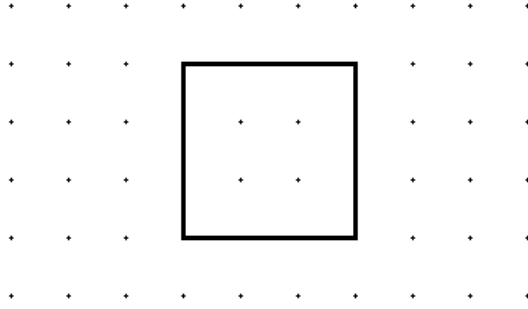
9) Dörtgenler hangi koşullar altında yamukturlar?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 11. Kontrol Grubu İçin Tasarlanmış Çalışma Yaprakları

Çalışma Yapağı 1

- Şekildeki **kareyi** dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



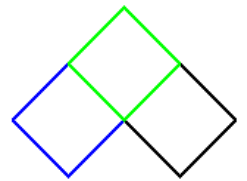
- Karenin kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

1) Karenin kenarlar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.



- Karenin iç açı ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

2) Karenin her bir köşesinin açıları kaçar derecedir? Açılar arasında nasıl ilişki vardır? Şekil çizerek gösteriniz ve ilişkiyi matematiksel olarak yazınız.

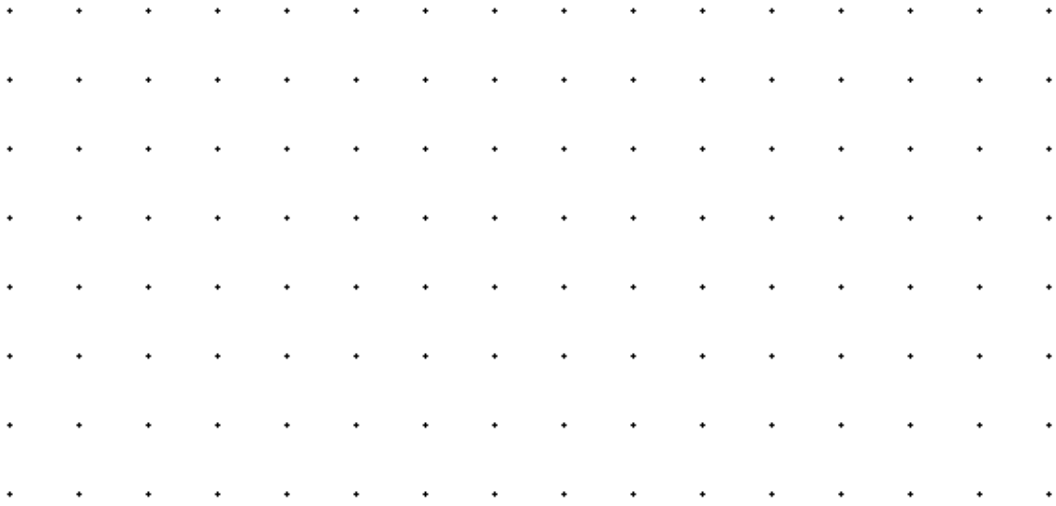


Ek 11'in devamı

3) Karenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar her zaman birbirine paralel midir? Şekil çizerek gösteriniz.



- Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı kare çizin. Çizdiğiniz şekillere göre 4. maddedeki tabloyu doldurunuz.



4)

Özellikler	Kare
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşitir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **kare** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe ya da özelliklere sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 11'in devamı



- Karenin köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

5) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

6) Köşegenler birbirini ortalar. _____

7) Köşegenler birbirini dik keser. _____



- Geometrik tahtayı kullanarak bir kare oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri tekrar inceleyiniz.



- Geometrik şeritleri kullanarak bir kare oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz karedeki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde yine bir kare oluşuyor mu?

Evet / Hayır

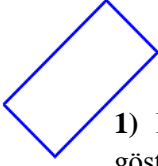
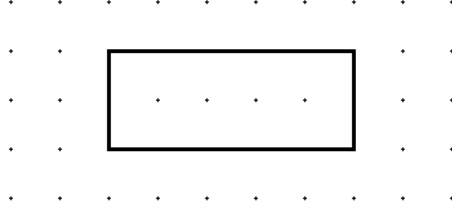
Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 11'in devamı

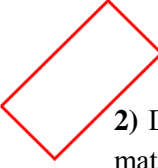
Çalışma Yaprağı 2

- Şekildeki **dikdörtgeni** dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



- Dikdörtgenin kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

1) Dikdörtgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

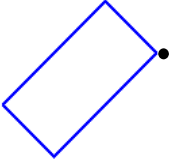


- Dikdörtgenin iç açı ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

2) Dikdörtgenin açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

3) Dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar birbirine paralel midir, şekil çizerek gösteriniz?

Ek 11'in devamı



Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı dikdörtgen çiziniz. Çizdiğiniz şekillere göre 4. maddedeki tabloyu doldurunuz.

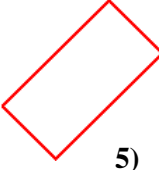


4)

Özellikler	Dikdörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir şeklin **dikdörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 11'in devamı

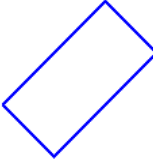


- Dikdörtgenin köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

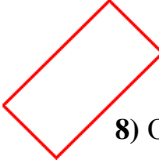
5) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

6) Köşegenler birbirini ortalar. _____

7) Köşegenler birbirini dik keser. _____



- Geometrik tahtayı kullanarak bir dikdörtgen oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri inceleyiniz.



- Geometrik şeritleri kullanarak bir dikdörtgen oluşturunuz.

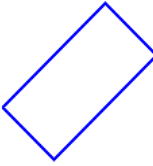
8) Oluşturduğunuz dikdörtgendeki geometrik şeritleri köşelerinden çektığınızde yine bir dikdörtgen oluşuyor mu?

Evet / Hayır

Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?

9) Dikdörtgeni köşelerinden çektığınızde tüm kenarları eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



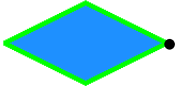
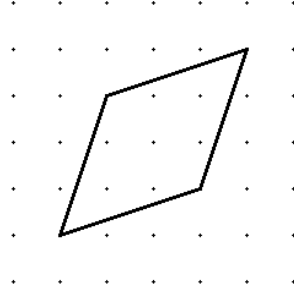
- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Cevaplarınızı kontrol ediniz

Ek 11'in devamı

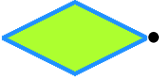
Çalışma Yaprağı 3

- Şekildeki eşkenar dörtgeni dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



- Eşkenar dörtgenin kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

1) Eşkenar dörtgenin kenarları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

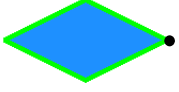


- Eşkenar dörtgenin iç açı ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

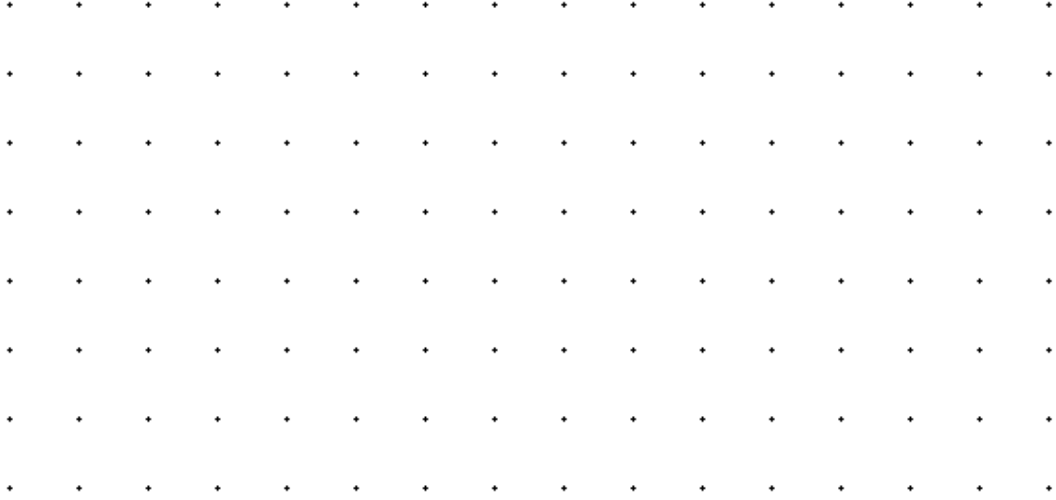
2) Eşkenar dörtgenin karşılıklı açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

3) Eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar birbirine paralel midir, şekil çizerek gösteriniz?

Ek 11'in devamı



Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı eşkenar dörtgen çizin. Çizdiğiniz şekillere göre 4. maddedeki tabloyu doldurunuz.

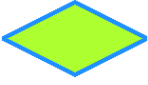


4)

Özellikler	Eşkenar Dörtgen
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **eşkenar dörtgen** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 11'in devamı

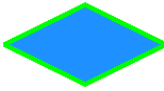


- Eşkenar dörtgenin köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

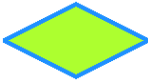
5) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

6) Köşegenler birbirini ortalar. _____

7) Köşegenler birbirini dik keser. _____



- Geometrik tahtayı kullanarak bir eşkenar dörtgen oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri inceleyiniz.



- Geometrik şeritleri kullanarak bir eşkenar dörtgen oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz eşkenar dörtgendeki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde tüm açıları birbirine eşit oluyor mu?

Evet / Hayır

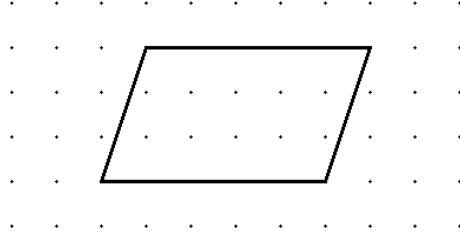
Cevabınız evetse nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 11'in devamı

Çalışma Yaprağı 4

- Şekildeki **paralelkenarı** dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



- Paralelkenarın kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

- 1) Paralelkenarın kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

- Paralelkenarın iç açi ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

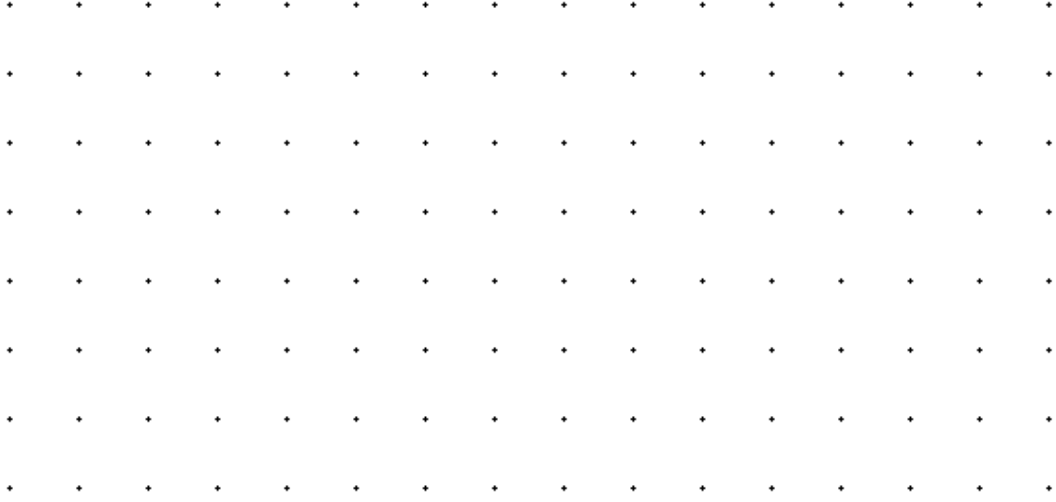
- 2) Paralelkenarın açi ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi şekil çizerek gösteriniz ve matematiksel olarak yazınız.

- 3) Paralelkenarın karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Karşılıklı kenarlar birbirine paralel midir, şekil çizerek gösteriniz?

Ek 11'in devamı



- Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı paralelkenar çizin. Çizdiğiniz şekillere göre 4. maddedeki tabloyu doldurunuz.



4)

Özellikler	Paralelkenar
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **paralelkenar** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 11'in devamı



- Paralelkenarın köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman, bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

- 5) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____
- 6) Köşegenler birbirini ortalar. _____
- 7) Köşegenler birbirini dik keser. _____



- Geometrik tahtayı kullanarak bir paralelkenar oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri inceleyiniz.



- Geometrik şeritleri kullanarak bir paralelkenar oluşturunuz.

- 8) Oluşturduğunuz paralelkenardaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde tüm açıları dik olabiliyor mu? Evet / Hayır

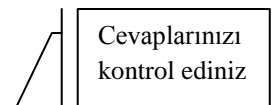
Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

- 9) Oluşturduğunuz paralelkenardaki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde tüm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır

Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

- 10) Paralelkenarı köşelerinden çektiğinizde, hem tüm kenar uzunlukları hem de tüm açıları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır

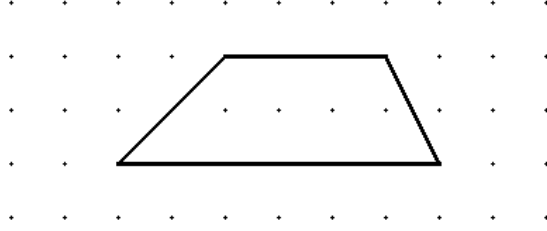
Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.



Ek 11'in devamı

Çalışma Yaprağı 5

- Şekildeki **yamuğu** dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



- Yamuğun kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

- 1) Yamuğun kenar uzunlukları arasında bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- Yamuğun iç açı ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

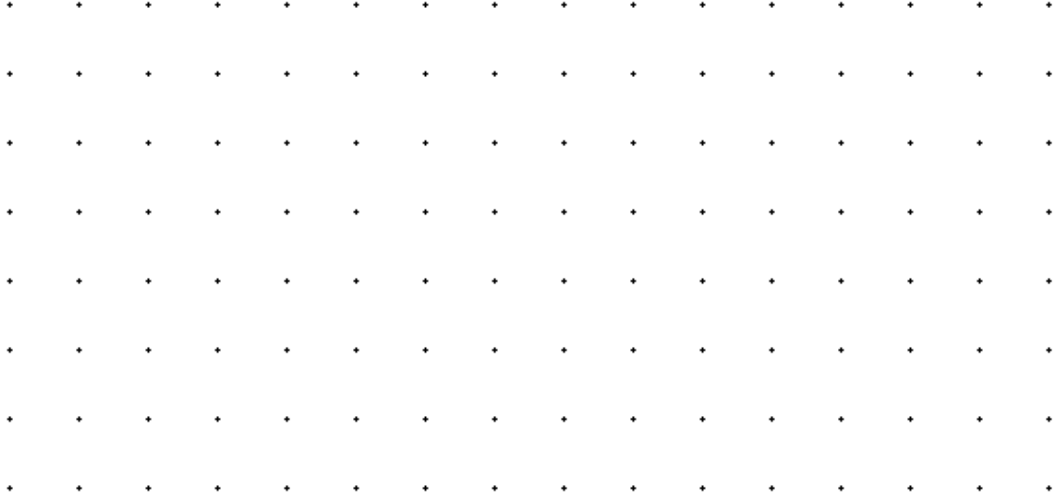
- 2) Karşılıklı açı ölçüleri arasında bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

- 3) Yamuğun karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

Ek 11'in devamı



- Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı yamuk çiziniz. Çizdiğiniz şekillere göre 4. maddedeki tabloyu doldurunuz.



4)

Özellikler	Yamuk
Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir.	
Bütün açıları dik açıdır.	
Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşitir.	
Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir.	
Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir.	
Köşegen uzunlukları birbirine eşittir.	
Köşegenleri birbirine diktir.	
Köşegenleri birbirini iki eş parçaya böler (ortalar).	

Bir dörtgenin **yamuk** olabilmesi için en belirgin olarak hangi özelliğe sahip olması gerekmektedir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

Ek 11'in devamı



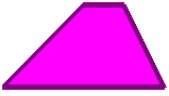
- Paralelkenarın köşegenleri ile ilgili olan aşağıdaki sorulara **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** şeklinde cevap veriniz.

5) Köşegenlerin uzunlukları birbirine eşittir. _____

6) Köşegenler birbirini ortalar. _____

7) Köşegenler birbirini dik keser. _____

- Geometrik tahtayı kullanarak bir yamuk oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri tekrar inceleyiniz.



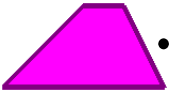
- Geometrik şeritleri kullanarak bir yamuk oluşturunuz.

8) Oluşturduğunuz yamuktaki geometrik şeritleri köşelerinden çektığınızde yine bir yamuk oluşuyor mu? Evet / Hayır



- Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?

9) Oluşturduğunuz yamuğu köşelerinden çektığınızde, karşılıklı kenar çiftleri birbirine paralel olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

10) Yamuğu köşelerinden çektığınızde tüm açıları dik olabiliyor mu? Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir şekil oluşuyor? Bu şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Ek 11'in devamı

11) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde tőm kenar uzunlukları birbirine eşit olabiliyor mu?

Evet / Hayır



- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluşuyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

12) Yamuğu köşelerinden çektiğinizde, hem tőm kenar uzunlukları hem de tőm açıları birbirine eşit olabiliyor mu? Evet / Hayır



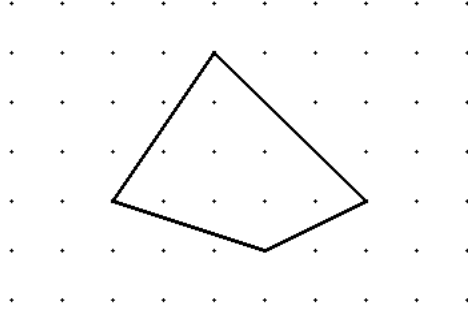
- Cevabınız evetse; nasıl bir Şekil oluşuyor? Bu Şekli aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 11'in devamı

Çalışma Yaprağı 5

- Şekildeki **dörtgeni** dikkate alarak aşağıdaki maddeleri cevaplandırınız.



- Dörtgenin kenar uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçünüz.

1) Dörtgenin kenar uzunlukları arasında bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.



- Yamuğun iç açı ölçülerini açıölçer yardımıyla ölçünüz.

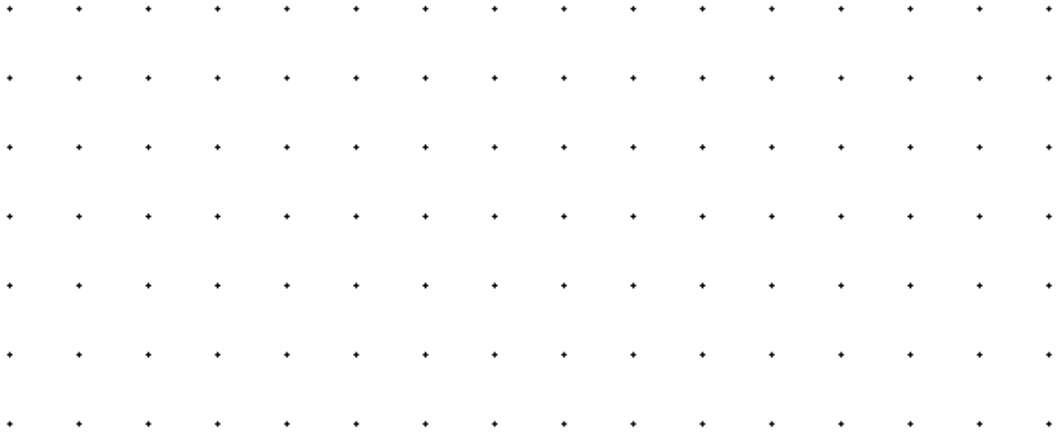
2) Dörtgenin karşılıklı açı ölçüleri arasında bir ilişki var mıdır? Açıklayınız.

3) Dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralelliği hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

Ek 11'in devamı



- Aşağıdaki noktalı kâğıda köşegenleri ile birlikte 2 adet farklı dörtgen çiziniz.



- Oluşturduğunuz dörtgenlere göre aşağıdaki maddelere **her zaman**, **bazen** veya **hiçbir zaman** türünde cevaplar veriniz.

Karşılıklı kenar çiftleri birbirine eşittir. : _____

Bütün kenarları birbirine eşittir. : _____

Karşılıklı açı ölçüleri birbirine eşittir : _____

Bütün açıları dik açıdır. : _____

Karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir. : _____

Karşılıklı kenar çiftlerinden en az biri, birbirine paraleldir. : _____

Köşegen uzunlukları birbirine eşittir. : _____

Köşegenleri birbirine diktir : _____

Köşegenler birbirini ortalar. : _____



- Geometrik tahtayı kullanarak bir dörtgen oluşturunuz ve 4. maddedeki özellikleri tekrar inceleyiniz.

Ek 11'in devamı

- Geometrik şeritleri kullanarak bir dörtgen oluşturunuz.

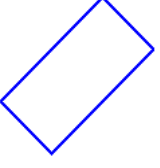
4) Oluşturduğunuz karedeki geometrik şeritleri köşelerinden çektiğinizde yine bir yamuk oluşuyor mu? Evet / Hayır

Nasıl bir şekil oluşuyor, aşağıdaki boşluğa çiziniz?

5) Kare, Dikdörtgen, Paralelkenar, Eşkenar dörtgen, Yamuk; **her zaman** bir dörtgen midir? Niçin?



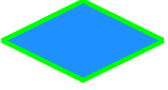
6) Dörtgenler hangi koşullar altında karedir?

Ek 11'in devamı

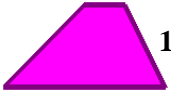
7) Dörtgenler hangi koşullar altında dikdörtgendirler?



8) Dörtgenler hangi koşullar altında paralelkenardırlar?



9) Dörtgenler hangi koşullar altında eşkenar dörtgendirler?



10) Dörtgenler hangi koşullar altında yamukturlar?

Cevaplarınızı
kontrol ediniz

Ek 12. Rize İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzin Belgesi

T.C
RİZE VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.53.00-03-044-3361

28 ŞUBAT 2011

Konu : Tez Çalışması.


VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Rize Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterliği Personel Dairesi Başkanlığının 24.02.2011 tarih ve 905 sayılı yazısı.

Rize Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterliği Personel Dairesi Başkanlığı ilgi yazılarında; Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Elemanı Araştırma Görevlisi Samet OKUMUŞ'un "İlköğretim 7.sınıf öğrencilerinin Dinamik Geometri Ortamlarında Dörtgenleri Sınıflandırma Süreçlerinin İncelenmesi" konulu yüksek lisans tez çalışmasını İlimiz Merkez Vakıflar İlköğretim Okulunda yapmak istediği belirtilmektedir.

Adı geçenin yüksek lisan tez çalışmasını 2010-2011 eğitim öğretim yılı içerisinde 14.03.2011-01.04.2011 tarihleri arasında İlimiz Merkez Vakıflar İlköğretim Okulunda eğitim öğretimi aksatmadan okul müdürünün uygun göreceği zamanlarda yapması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde gereğini olurlarınıza arz ederim.


Mustafa Kemal MOLLAMERDOĞLU
Milli Eğitim Müdür Vekili

OLUR
28/02/2011

Mustafa ERKAYIRAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek 13. Uygulamadan Görüntüler

Uygulama Okulu ve Okulun Bilgisayar Laboratuvarından Görüntüler

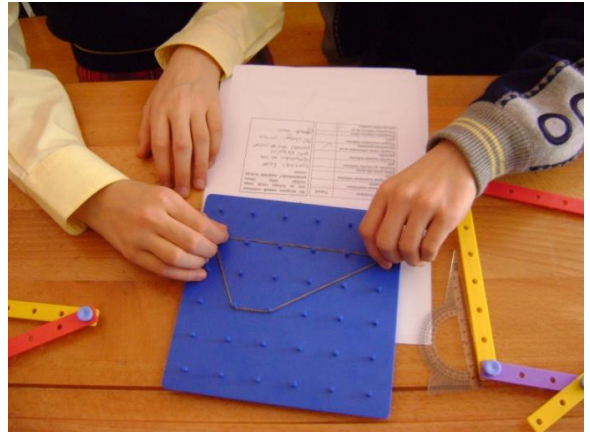
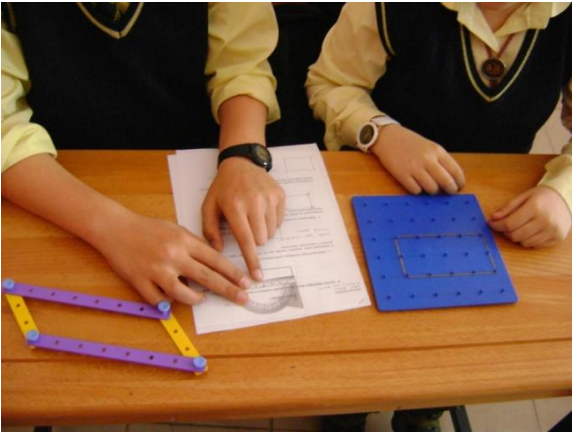


Ek 13'ün devamı

Deney Gruplarından Görüntüler



Kontrol Grubundan Görüntüler



ÖZGEÇMİŞ

Okumuş, Artvin Ardanuçlu olup 1986 yılında Rize’de doğmuştur. İlköğretimini Rize’de tamamlamıştır. Ortaöğrenimini 2004 yılında Rize Anadolu Lisesi’nden mezun olarak tamamlamıştır. Lisans eğitimini Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünden 2008 yılında mezun olarak tamamlamıştır. Aynı yıl Rize Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalının açtığı araştırma görevliliği sınavını kazanarak, bu kadrodaki görevine Kasım 2008’de atanmıştır. 2009 yılında ise Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Yüksek lisans eğitiminin tez döneminde iken Yüksek Öğretim Kurumu’nun sağladığı Yurtdışı Yüksek Lisans Araştırma Bursu aracılığıyla ABD Indiana Üniversitesi’nde 6 ay süreyle araştırma yapmıştır. Okumuş, bulunduğu görevi halen sürdürmektedir.

Okumuş’un yabancı dili İngilizcedir.