



**CABRI 3D İLE DÜZGÜN ÇOKGENLERİN
ÖĞRETİMİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ
GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

Burcu BATMAN

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**CABRI 3D İLE DÜZGÜN ÇOKGENLERİN ÖĞRETİMİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ
GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

(Examination of Student Opinions on Teaching Regular Polygons with Cabri 3D)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu BATMAN

Danışman: Doç. Dr. Serpil YORGANCI

Erzurum
Ağustos, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Burcu BATMAN tarafından hazırlanan “Cabri 3D İle Düzgün Çokgen Öğretimine Yönelik Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi” başlıklı çalışması 22 / 08 / 2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Levent AKGÜN

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Doç. Dr. Serpil YORGANCI

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Betül KÜÇÜK DEMİR

Bayburt Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 202..

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Refik DİLBER

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Cabri 3D İle Düzgün Çokgen Öğretimine Yönelik Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

22 / 08 / 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Burcu BATMAN

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez sürecinin her aşamasında gösterdiği rehberlik, sergilediği anlayışlı tutum ve vermiş olduğu desteğin yanı sıra bana güvenerek sunduğu fırsatlarla akademik yaşantıma yön veren değerli danışman hocam Doç. Dr. Serpil YORGANCI 'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin savunma jürisinde yer alıp sundukları değerli görüş ve katkılar için jüri üyeleri Prof. Dr. Levent AKGÜN ve Doç. Dr. Betül KÜÇÜK DEMİR hocalarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi yüksek lisans eğitimimde de yanımda olup desteklerini benden esirgemeyen, beni yetiştiren bugünlere gelmemde emekleri olan çok değerli anneme ve babama; her zaman bana destek olan kıymetli kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Burcu BATMAN

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ CABRI 3D İLE DÜZGÜN ÇOKGENLERİN ÖĞRETİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Burcu BATMAN

Ağustos 2025, 91 Sayfa

Amaç: Bu araştırmanın amacı 7. sınıf öğrencilerinin düzgün çokgenlere ait kenar, açı, alan hesabı ve açınım gibi geometrik kavramların öğretiminde Cabri 3D yazılımı aracılığıyla sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmaktır.

Yöntem: Araştırmanın yöntemi nitel araştırma olup araştırmanın deseni durum çalışmasıdır. Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Erzurum ilinin Köprüköy ilçesine bağlı bir devlet okulunda öğrenim gören 23 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Sanal gerçeklik uygulaması olarak Cabri 3D kullanılmıştır. Veriler dinamik çalışma kağıtları, gözlem ve görüşme formu ile toplanmış ve içerik analizi ile analiz edilmiştir.

Bulgular: Araştırma bulguları, geometri öğretiminde Cabri 3D kullanımının, öğrenme sürecini zenginleştirdiğini ve öğrenciler üzerinde olumlu etki yarattığını ortaya koymuştur. Öğrenciler deneysel işlem sonrası, geometrik kavramları daha iyi anladıklarını ve Cabri 3D uygulamalarını sürekli kullanmak istediklerini vurgulamışlardır. Cabri 3D programının dilinin İngilizce olması öğrenciler tarafından zorlanma olarak nitelendirilmiş, sanal ortamda düzgün çokgenlerin görünümleri ilgilerini çekmiştir.

Sonuçlar: Yapılan çalışmada Cabri 3D gibi sanal gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin geometri öğretiminde öğrenmelerini kolaylaştırdığı, etkileyici yönlerinin olduğu, öğrenciler tarafından gerekli bulunduğu ve sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanılmasının istendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: sanal gerçeklik uygulamaları, geometri öğretimi, düzgün çokgen, Cabri 3D

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

EXAMINATION OF OPINIONS ON TEACHING REGULAR POLYGONS WITH CABRI 3D

Burcu BATMAN

August 2025, 91 Pages

Purpose: The aim of this research is to reveal the opinions of 7th grade students about the use of virtual reality applications through Cabri 3D software in teaching geometric concepts such as side, angle, area calculation and development of regular polygons.

Method: The research method is qualitative, and the research design is a case study. The research was conducted with 23 seventh-grade students attending a public school in the Köprüköy district of Erzurum province during the spring semester of the 2024-2025 academic year. Cabri 3D was used as a virtual reality application. Data were collected using dynamic worksheets, observations, and interview forms, and analyzed using content analysis.

Findings: Research findings revealed that using Cabri 3D in geometry instruction enriched the learning process and had a positive impact on students. Students emphasized that they better understood geometric concepts after the experimental process and expressed their desire to use Cabri 3D applications on an ongoing basis. Students noted that the English language of the Cabri 3D program presented a challenge, but the visualization of regular polygons in the virtual environment piqued their interest.

Conclusions: The research has concluded that virtual reality applications such as Cabri 3D make it easier for students to learn geometry, have impressive aspects, are needed by students, and the use of virtual reality applications in educational environments is desired.

Keywords: virtual reality applications, geometry teaching, regular polygons Cabri 3D

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	3
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	5
Araştırmanın Sınırlılıkları	7
Varsayımlar	8
İKİNCİ BÖLÜM	9
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	9
Matematik ve Geometri Öğretimi	9
Matematik ve Geometri Öğretiminde Sanal Gerçeklik İle İlgili Araştırmalar	12
Cabri 3D Yazılımı	13
Cabri 3D İle İlgili Araştırmalar.....	15
Düzgün Çokgen Öğretimi	20
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	22
Yöntem	22
Araştırma Yöntemi.....	22
Çalışma Grubu	23
Veri Toplama Araçları	24
Dinamik Çalışma Kağıtları	24
Gözlem	25

Yapılandırılmış Görüşme	26
Pilot Uygulama	27
Süreç.....	27
Verilerin Analizi.....	40
Araştırmacı Rolü	41
Geçerlik ve Güvenirlik.....	42
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	44
Bulgular	44
Gözlem Verilerine İlişkin Bulgular.....	44
Yapılandırılmış Görüşme Verilerine İlişkin Bulgular.....	47
BEŞİNCİ BÖLÜM	51
Tartışma ve Sonuç	51
Öneriler.....	54
KAYNAKÇA	56
EKLER	64
EK-1. Etik Kurul Onayı	64
EK-2. MEB Araştırma İzin Belgesi	67
EK-3. Veli Onam Formu.....	69
EK-4. Dinamik Çalışma Kağıtları.....	70
EK-5. Gözlem Formu.....	73
EK-6. Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	74
EK-7. Ders Planları	76
ÖZ GEÇMİŞ.....	79

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Miles ve Huberman Güvenilirlik Formülü</i>	43
Tablo 2. <i>Dinamik Çalışma Kağıtlarındaki Etkinliklerin Konu İçeriği</i>	44
Tablo 3. <i>Etkinlik 1 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları</i>	45
Tablo 4. <i>Etkinlik 2 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları</i>	46
Tablo 5. <i>Etkinlik 3 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları</i>	47
Tablo 6. <i>Görüşme Formu Birinci Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları</i>	48
Tablo 7. <i>Görüşme Formu İkinci Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları</i>	49
Tablo 8. <i>Görüşme Formu Üçüncü Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları</i>	49
Tablo 9. <i>Görüşme Formu Dördüncü Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları</i>	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Matematik Eğitiminde Dijital Teknolojinin Didaktik İşlevselliği	5
Şekil 2. Nitel Araştırma Süreci (Creswell, 2002).....	22
Şekil 3. Cabri 3D Program Tanıtımları Görüntüleri.....	28
Şekil 4. Uygulama Süreci Görüntüleri.....	32
Şekil 5. Araştırmacının Gözlem Aşaması.....	37
Şekil 6. Yapılandırılmış Görüşme Formu Uygulama Aşaması	39



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

AR	: Artırılmış Gerçeklik
BDÖ	: Bilgisayar Destekli Öğretim
DGY	: Dinamik Geometri Yazılımları
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
3D	: Üç boyutlu



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Matematik öğrenmenin öğrencilerin gelecekteki eğitim yaşamlarına katkısı düşünüldüğünde matematik öğretiminin daha verimli ve kalıcı kılınmasının önemi ortaya çıkmaktadır (Akman, 2019). Her ne kadar öğretim uygulamaları somut araçlar üzerinden yapılsa da sanal araçların ortaya çıkması ilköğretim 1. ve 2. kademede öğrencilere matematik öğretimi için yeni alternatifler sunmaktadır (Altun & Kahveci, 2019). Sanal gerçeklik öğrencilere bilgi edinmede bazı önemli konuları öğrenmelerine yardım ederken bu da günümüz eğitim felsefesi olan yapılandırmacılıkta istenen öğrenme ortamlarının inşa edilmesinde önemlilik arz eder (Keskin, 2017).

Sanal gerçeklik; bilgisayar gibi teknolojik ortamlarda kullanılan 3 boyutlu görüntülerin teknolojik araçlar aracılığıyla kişilerin zihnine aktarılması ve gerçekmiş hissi yaratması olarak tanımlanmaktadır (Akaslan vd., 2018). Sanal gerçeklik sayesinde öğrencilerin sadece bilimsel bilgileri kısa sürede ve iyi öğrenmeleri değil bununla beraber yaparak yaşayarak deneyim kazanmaları sağlanabilmektedir (Bayraktar & Kaleli, 2007). Bu teknoloji eğitim alanında öğrenci ve öğretmen açısından oldukça kullanışlı bir araçtır, öğrencinin yaratıcılık ve hayal dünyasının genişlemesine olanak sağlar (Çetinkaya & Akçay, 2013).

Sanal gerçeklik günlük hayatımızda birçok alanda kendine yer edinmeye başlamıştır (Karaoğlu-Yılmaz & Yılmaz, 2019). Öğretmen adayları matematik eğitimi için sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının öğrencinin birinci elden öğrenmesine imkân vermesi, öğretimi daha neşeli kılması, anlaşılması güç olan kısımların öğretime yardımcı olması, derse olan alaka ve aktifliğin sağlanması, öğrenen ilgisinin artması açısından yararlı bulunmaktadır (Karaoğlu-Yılmaz & Yılmaz, 2019). Sanal gerçeklik, matematik öğretiminde öğrenmeyi kolaylaştıran ve giderek yaygınlaşan etkili bir eğitim aracıdır. Öğrenciler kendilerinin matematik öğrenme sürecinin içine dâhil edebilirler (Su vd., 2022). Sanal gerçeklik uygulamalarının öğrenme güçlüğü gösteren bireyler tarafından kolaylıkla kullanılabilirdiği ve bireylerin uygulamadan keyif aldığını gösteren çalışmalar dikkate alındığında öğrencilerin duygu ve düşüncelerini desteklediği çalışmalarda yapılmıştır (Değirmenci-Kurt, 2022). Bu sonuçlar ile sanal gerçeklik uygulamaları etkili bir öğretim aracı olabilir sonucuna varılabilir. Sanal ortamda elde edilen başarının gerçek sınıf ortamına aktarılması ve bu güzel duygunun veliye bildirilmesi aynı zamanda öğrenme güçlüğü gösteren öğrencilerin sosyalleşmesini de

olumlu etkilemiştir (Değirmenci-Kurt, 2022). Sanal gerçeklik uygulamalarının öğrenciye çok yönlü ve ileriye dönük katkı sağladığı söylenebilir.

Sanal gerçeklik uygulamaları, öğrenme sürecinde dikkat dağıtıcı unsurları ortadan kaldırarak öğrencinin yalnızca hedef kavramlara odaklanmasını sağlar. Sanal gerçeklik ortamları sürekli bir iletişim ve etkin katılım istediğinden öğrenenleri etkisiz olmaktan çıkarıp başrol haline getirebilmektedir (Tepe vd., 2016). Eğitim öğretimde kullanılan materyallerin teknolojiye yaşanan gelişmelerle beraber kendini dinamik tutması ve çağın ihtiyaçları için cevap verebilir hale gelmesi gerekmektedir. Kullanıcılardan alınan dönütlerle söylenebilir ki; sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde var olmasına olumlu bakılmaktadır ve bu teknolojinin eğitimde farklı faydalar sağlayacağı yönünde görüşler vardır (Kaya, 2019). Sanal ve artırılmış gerçeklik üzerine yapılan araştırmalar gerçek dünyanın algılanmasında eğitimciler tarafından uygulamaya ve öğrencilerin sürükleyici bir deneyim yoluyla öğrenmelerine odaklanmaktadır (Lai & Cheong, 2022).

Kaufmann ve Schmalstieg (2003), artırılmış gerçeklik tabanlı bir geometri eğitim sisteminin öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve üç boyutlu düşünme becerilerinde geleneksel yöntemlere kıyasla anlamlı gelişmeler sağladığını ortaya koymuştur. Cabero-Almera vd. (2021) çalışmasına göre; sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik, eğitimde çeşitli olanaklar sunmaktadır. Bu teknolojiler, her yerde öğrenmeyi teşvik eder, önemli unsurların gözlemlenmesini sağlar, multimedya eğitim senaryolarının oluşturulmasına imkan verir ve nesnelere farklı açılardan bakmayı mümkün kılar. Örneğin Durukan'ın (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin gelenekçi öğretim tarzlarında sabit ve negatif düşünceler çağrıştıran zorlukların sanal gerçeklik desteğiyle büyük ölçüde giderileceği görülmüştür. Matematik ve geometri açısından birçok bilim insanı öğrencilerin gerçek hayattaki 3 boyutlu dünyadaki objeler ile 2 boyutlu uzaydaki objeler arasındaki ilişkiyi çoğunlukla kuramadıklarını ve bunun sonucunda geometrik nesnelerin farkını anlamada zorlandıklarını öne sürmüştür (Demitriadou vd., 2020).

Sanal gerçeklik (VR) teknolojileri ile dinamik geometri yazılımlarının (örneğin Cabri 3D) entegrasyonu, matematik eğitiminde özellikle uzamsal yetenek ve geometrik muhakemenin gelişimine katkı sağlayan ve giderek daha fazla önem kazanan bir araştırma alanıdır. Yapılan çalışmalar, sanal gerçeklik ortamlarının, Cabri 3D gibi yazılımların dinamik modelleme kapasitesini geliştirerek öğrencilere soyut üç boyutlu geometrik kavramları somut ve etkileşimli bir biçimde deneyimleme olanağı sunduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, Kaufmann ve Schmalstieg (2003), sanal gerçeklik tabanlı geometri eğitim sistemlerinin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemlere kıyasla anlamlı derecede daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Cabri 3D gibi dinamik geometri yazılımlarının matematik eğitiminde önemli bir pedagojik araç olduğu, özellikle uzamsal yetenek ve geometrik akıl yürütmenin gelişiminde etkili sonuçlar verdiği akademik çalışmalarla desteklenmektedir. Örneğin, Straesser (2002), dinamik geometri yazılımlarının, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somutlaştırmalarına ve üç boyutlu düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak sağladığını vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Laborde (2005), bu tür yazılımların, öğrencilerin keşif yoluyla öğrenmelerini teşvik ettiğini ve matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamalarına katkıda bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca, Drijvers (2010), teknolojinin matematik eğitimine entegrasyonunun, öğrencilerin motivasyonunu ve akademik başarısını artırdığını ifade etmektedir. Bu bağlamda, Cabri 3D'nin matematik öğretiminde kullanımının, özellikle geometri konularının öğretiminde öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçlendirdiği ve uzamsal yeteneklerinin gelişimine önemli ölçüde katkı sağladığı sonucuna varılabilir.

Dinamik geometri yazılımlarından Cabri 3D, sanal gerçeklik (VR) ile entegre edilebilen yapısı sayesinde öğrencilere soyut geometrik kavramları somutlaştırma imkânı sunmaktadır. Özellikle üç boyutlu geometrik nesnelerin ve ilişkilerin etkileşimli bir şekilde keşfedilmesine olanak tanıyan bu tür yazılımlar, sanal gerçeklik ortamlarıyla birleştirildiğinde, kullanıcıların uzamsal yeteneklerini geliştirmede daha etkili bir araç haline gelmektedir. Alanyazın incelendiğinde, sanal gerçeklik ve dinamik geometri yazılımlarının entegrasyonunun öğrencilerin geometrik düşünme becerileri ile mekânsal muhakeme yeteneklerini anlamlı ölçüde geliştirdiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. Söz konusu çalışmaların detaylı bir değerlendirmesi literatür bölümünde sunulmuştur.

Araştırmanın Amacı

Alan araştırmaları sanal öğrenme araçlarının kullanımının öğrencilerin matematiksel aktivitelerini etkilediğini vurgulamaktadır (Dedeoğlu vd., 2016). Eğitim öğretim ortamlarında teknolojik materyallerin işlevselliği oldukça artmakta ve yapılan akademik çalışmalar da eğitimde teknoloji aktarımına destek verilmesi önerilmektedir (Akkuş & Özkan, 2017). Öğretmenler sanal müzelerin eğitim öğretimde kullanılmasını örnek göstererek, matematik dersi için okul dışındaki öğrenme ortamlarıyla aktarılan konuların öğrencilerin derse karşı ilgisi anlamında pozitif etkiler vereceğine yönelik görüş belirtmiştir (Aydoğdu vd., 2022).

Eğitim-öğretim süreçlerinde öğretim materyali, araç ve gereçlerin seçimi çoğunlukla öğretmenlerin inisiyatifine bırakılmakta; bu durum, öğrenme sürecinin asıl merkezinde yer alan öğrencilerin karar mekanizmalarının dışında kalmasına neden olabilmektedir. Öte yandan, öğretmenlerin dersin işleniş yöntemine ilişkin öğrenci görüşlerini dikkate almasının, planlanan öğretim ortamının hedeflenen kazanımlara ulaşma olasılığını artıracığı düşünülmektedir.

Araştırmacı, bu teorik temelden hareketle çalışmanın odağını öğrenci görüşlerine yerleştirmiş ve bu araştırma kapsamında, öğrencilerin çeşitli matematik ve geometri konularının öğretiminde Cabri 3D yazılımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına ilişkin beklentilerini, algılarını ve görüşlerini sistematik bir şekilde analiz etmeyi amaçlamıştır. Alanyazın, sanal gerçeklik uygulamalarının hem öğrencilerin bilişsel şema oluşumunu desteklediğini hem de ilgi çekici yapısı nedeniyle öğrenci motivasyonunun ve derse katılımının arttığını ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları doğrultusunda, ilgili eğitim kurumlarının bu teknolojik entegrasyon hakkında bilgilendirilmesi ve Cabri 3D gibi sanal gerçeklik uygulamaların yaygınlaştırılmasına yönelik öneriler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Geometrik ve matematiksel kavramların önemli bir bölümü, yüksek düzeyde zihinsel işlem gerektiren soyut yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soyutluk, kavramların öğrenilme sürecini, somut örneklerle desteklenen konulara kıyasla daha karmaşık ve zorlu hale getirmektedir (Baki, 2006). Aynı zamanda öğrenciler şekillerin özellik bilgilerini öğrenme sürecinde yeteri kadar yer almadan ve yaşına göre terimleri öğrenmeden biçimsel matematik aracılığıyla karşılaşmaktadırlar (Villier, 1996). Bu bağlamda, düzgün çokgenler ve özellikleri konusu, hem soyut yapısı hem de yüksek bilişsel talep düzeyi nedeniyle tipik bir örnek teşkil etmektedir. Bahsi geçen soyutluğun pedagojik olarak etkili bir şekilde aktarılabilmesi amacıyla, dinamik geometri yazılımlarının kullanımı bu çalışmanın temel çıkış noktasını oluşturmaktadır. Dinamik geometri yazılımları üzerine yapılan bir araştırmada, etkin özellik gösteren geometri yazılımlarının öğrenciler için yaygın şekilde kullanılan kâğıt ve kalem etkinliklerine nispeten daha çok soyut kavramlar üzerinde yoğunlaşma olanağı tanıdığını göstermektedir (Hazzan & Goldenberg, 1997).

Cabri 3D'nin dinamik yapısı, geometrik şekillerin döndürülebilmesine ve sürüklenbilmesine olanak sağladığı için, İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nda yer alan ‘‘Geometrik Şekiller’’, ‘‘Geometrik Nicelikler’’, ‘‘Dönüşüm’’ temalarının öğretilmesinde etkili bir araç olabilir (MEB, 2024). Öğretim alanında yer alan problemlerin çözümünde karşılaşılan sıkıntıları aşmak için, geleneksel metodların yeterli olmadığı düşünüldüğünde, günümüz şartlarında en etkili yaklaşımlardan biri de bilgi teknolojilerinden faydalanmaktır (Gürbüz, 2008). Bu anlamda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun Cabri 3D ile desteğiyle, 7. sınıf matematik dersinde düzgün çokgenlerin öğretiminde sanal gerçeklik uygulamasının kullanılmasına yönelik öğrenci görüşleri araştırılmıştır.

Bu araştırmanın amacı, 7. sınıf öğrencilerinin düzgün çokgenlere ilişkin kenar, açı, alan hesabı ve açınım gibi geometrik kavramların öğretiminde Cabri 3D destekli sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımına yönelik görüşlerini nitel olarak analiz etmek ve

değerlendirmektir. Çalışma kapsamında, söz konusu teknoloji entegrasyonunun öğrenci perspektifinden nasıl karşılandığının anlaşılması hedeflenmektedir.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Teknoloji, sanayi devriminden bu yana toplumu ilerleten temel bir itici güç olmuştur. Günümüzde bilgi teknolojileri, ülke kalkınması ve yeni üretim modellerinin gelişimi için vazgeçilmez bir ön koşul haline gelmiştir. Eğitim kurumlarında da teknoloji, dönüştürücü bir rol üstlenerek geleneksel öğretim yöntemlerini yeniden şekillendirmektedir. İletişim ve bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, hayatın her alanında kendini göstermektedir: evde, işte, okulda ve ekonominin tüm sektörlerinde bilişim teknolojilerinin etkileri belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Bu bağlamda, teknolojiyi geleceğin öğretim metodlarıyla entegre edebilirsek, tüm eğitim sistemini bu modele göre yapılandırmamız gerekecektir (Barab vd., 1998).

Üç boyutlu bir dünyada yaşadığımız için, nesneleri zihinsel olarak canlandırma ve anlamlandırma becerisi (üç boyutlu düşünme) bilişsel süreçlerde kritik bir öneme sahiptir (Kalay, 2015). Bu nedenle, üç boyutlu düşünme becerisini geliştirmeye ve nesnelerin zihinsel temsillerini oluşturmaya yardımcı olacak öğretim yöntemlerinin kullanılması, söz konusu becerinin edinilmesine ve geliştirilmesine önemli katkı sağlayacaktır (Taşçi, 2023).

Matematik ve içinde barındırdığı kavramlar çoğunlukla soyut düşünebilme yeteneği gerektirdiği için matematiğin öğrencilere göre anlaşılması zor bir ders olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Çiftçi & Yıldız, 2020; Setyaningsih & Utami, 2021). Bu durum öğrencilerin matematik dersine karşı motivasyonlarını, bu derse katılımlarını ve başarılarını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple öğretmek istediğimiz kavramları somutlaştırmak, öğrencilerin başarılarını ve motivasyonlarını yükseltecektir. Eğitim teknolojisi olarak sanal gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin simüle hale getirilmiş bir dünyada hareket edebilmesini sağlar ve ona dersi anlamada oldukça güçlü bir ortam verir (McGonigle & Eggers, 1998).

Son yıllarda matematik eğitimi alanında, didaktik işlevsellik, matematiksel odak, kullanım kolaylığı ve diğer özellikler açısından çeşitli dijital araçlar geliştirilmiştir (Drijvers, 2019). Drijvers bu bağlamda, bir dijital aracın didaktik işlevselliğinin sınıflandırılmasının yalnızca aracın teknik özelliklerine değil, aynı zamanda kullanılan görevlerin türüne ve öğrenme-öğretme ortamının düzenlenme biçimine de bağlı olduğunu vurgulamıştır. Didaktik işlevselliğin değerlendirilmesine yönelik olarak, Drijvers vd. (2011) tarafından geliştirilen model, Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1. Matematik Eğitiminde Dijital Teknolojinin Didaktik İşlevselliği



Şekil 1'de sunulan modelde, dijital araçların matematik eğitimindeki üç temel didaktik işlevselliği şu şekilde ele alınmıştır:

Matematiksel İşlem İşlevi: Aracın doğrudan matematiksel hesaplama ve işlem yapma amacıyla kullanımını ifade eder. Bu işlev, teknolojinin bir hesaplama veya modelleme aracı olarak kullanılmasını kapsar.

Beceri Uygulama İşlevi: Dijital araçlar, öğrencilerin matematiksel becerilerini uygulayabilecekleri ve hata yapma kaygısı olmadan deneyim kazanabilecekleri güvenli bir öğrenme ortamı sunar. Bu işlev, öğrenme sürecinde pratik yapmayı ve geri bildirim almayı destekler.

Kavramsal Anlama İşlevi: Matematiksel kavramların derinlemesine anlaşılmasını sağlamak için tasarlanan en karmaşık işlevdir. Soyut kavramların görselleştirilmesi ve keşfederek öğrenme sürecini kolaylaştırır.

Bu model, eğitimcilerin dijital araç seçiminde ana hedeflerini belirlemelerine ve uygun pedagojik stratejileri geliştirmelerine rehberlik eder (Baki, 2023). Didaktik işlevselliğin bu sınıflandırması, teknolojinin matematik eğitiminde nasıl etkili bir şekilde konumlandırılabilceğine dair sistematik bir çerçeve sunmaktadır.

Matematik ve geometri öğretiminde, öğretim stratejilerinin ve materyal kullanımının başlıca olarak eğitimcinin inisiyatifine ve mevcut fiziksel koşullara bağlı olarak belirlendiği gözlemlenmektedir. Ne var ki, bu süreçte kullanılacak yöntem ve araçların seçimine öğrenci katılımının sağlanmaması, öğretim tasarımında doldurulması gereken kritik bir boşluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu eksiklik, öğrencilerin ihtiyaç ve tercihlerine duyarlı, etkileşimli ve verimli bir öğrenme sürecinin tasarlanmasını güçleştirmektedir. Çocukların geometri deneyimleri ve teknoloji kullanımlarının uzamsal yetenek gelişimindeki önemi göz önüne alındığında, düzgün çokgenler ve özellikleri konusunun öğretiminde sanal gerçeklik uygulamalarından biri olan Cabri 3D ile desteklenmesine yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Sanal gerçeklik gerçek dünyadan ayrı olan bir ortamı bilgisayarla simüle ederek kişiye yeni bir deneyim sunan teknolojidir. Jerald'a (2016) göre, sanal gerçekliğin kökeni insanın hayal gücüne, sözlü anlatıma ve mağara resimlerine dayanmaktadır. Sanal gerçeklik sayesinde kullanıcılar yarattıkları dünyaya kendilerini kaptırabilirler. Bu sayede gerçek dünyada yapamayacakları birçok şeyi deneyimleyebilirler. Örneğin, sanal gerçeklikte uçak pilotu olabilir, dağa çıkabilir veya fantastik bir dünyayı keşfedebilirler. Sanal gerçeklik, eğlence, eğitim, sağlık ve diğer birçok sektörde kullanılmaktadır.

Sanal gerçeklik teknolojisi, günümüzde imalat, kentsel tasarım, mimarlık, mühendislik, müze sergileri, sağlık, askeri uygulamalar ve tıp eğitimi gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmakta ve uygulama alanları giderek genişlemektedir (Forbes vd., 2016). Bu teknolojinin sunduğu benzersiz olanaklar, eğitim alanında da giderek daha fazla benimsenmesine yol açmaktadır. Özellikle son yıllarda artan popüleritesi ve eğitimde sağladığı yenilikçi yaklaşımlar nedeniyle, bu araştırma konusu büyük önem taşımaktadır.

Cabri 3D öğrencilerin geometrik şekilleri keşfetmelerine ve oluşturmalarına izin vererek bu şekiller yardımıyla matematiksel kavramlara ilişkin bilgileri özümsemelerini kolaylaştıran bir mikro dünya olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda Cabri 3D çizilen geometrik şekiller üzerinde varsayımlar oluşturmayı ve bu varsayımları test etmeyi kolaylaştırmaktadır (Pandiscio, 2002).

Cabri 3D gibi dinamik geometri yazılımlarının, düzgün çokgenler ve özellikleri gibi soyut geometrik kavramların öğretiminde kullanılmasının, öğrencilerin anlam oluşturma ve bilgiyi yapılandırma süreçlerini destekleyeceği öngörülmektedir. Bu sürecin, öğrencilerin konuya yönelik algı ve görüşlerini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Araştırmadan elde edilecek olumlu bulguların, öğretim materyali seçiminde öğrenci görüşlerinin dikkate alınmasının önemini vurgulayacağı ve mevcut eğitim sistemleri içinde bu yaklaşımı daha işlevsel ve merkezî bir konuma getireceği tahmin edilmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Geometrik cisimler konusunun öğretiminde araştırmacı tarafından tasarlanan sanal gerçeklik uygulamalarının, Cabri 3D uygulamaları ile oluşturulması bir sınırlılıktır. Uygulama geometrik cisimler konusu ile sınırlı tutulmuştur. Araştırmaya ait veriler kullanılan veri toplama araçları ile de sınırlıdır. Uygulama sırasında sınıftaki akıllı tahta kullanılması uygulama açısından bir sınırlılıktır.

Araştırma, Erzurum'un Köprüköy ilçesinin Güzelhisar Mahallesi içinde bulunan Güzelhisar Yusuf Zirek Ortaokulu 7-A sınıfı öğrencileri ile sınırlıdır. Araştırma, örnekleme

belirtilen öğrenci sayısı ile sınırlıdır. Bu araştırmanın kapsamı aşağıdaki sınırlılıklar çerçevesinde belirlenmiştir: çalışma ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile sınırlandırılmıştır, araştırma bulguları katılımcı öğrencilerin sağlayacağı verilerle sınırlıdır, çalışma 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde yürütülmüştür. Araştırma, belirli sanal gerçeklik teknolojileri ve önceden hazırlanmış içerikler kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu sınırlılıklar, araştırmanın metodolojik çerçevesini oluşturmakta ve çalışmanın genellenebilirliğini etkileyebilecek faktörler olarak değerlendirilmelidir.

Varsayımlar

Bu araştırma aşağıdaki varsayımlar temelinde yürütülmüştür:

Veri Güvenilirliği Varsayımı: Katılımcı öğrencilerin anket sorularına samimi ve doğru yanıtlar verdiği varsayılmıştır.

Örneklem Varsayımları: Çalışma, Erzurum'un Köprüköy ilçesindeki bir ortaokulun 7-A şubesinde öğrenim gören öğrencilerle sınırlıdır. Örneklem büyüklüğünün araştırma için yeterli olduğu kabul edilmiştir.

Genellenebilirlik Varsayımı: Elde edilen bulguların benzer özellikteki tüm okullardaki öğrenciler için geçerli olabileceği öngörülmüştür.

Araştırmacı Yeterlilik Varsayımı: Araştırmacının hem yöntembilimsel açıdan hem de geometrik cisimler konu alanında gerekli bilgi ve beceriye sahip olduğu varsayılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde alanyazın taraması doğrultusunda elde edilen bilgiler yardımıyla araştırmanın kuramsal çerçevesi oluşturulmuştur. İlgili araştırmalar yardımıyla çalışmaya dair görüş açısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda matematik ve geometri öğretimi, sanal gerçeklik ve matematik eğitiminde kullanımı, Cabri 3D uygulamasına ilişkin araştırmalar yer almaktadır.

Matematik ve Geometri Öğretimi

Matematiğin gündelik hayatın her alanında mevcut olması onun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Her gün yapılan basit market alışverişlerinden, cep telefonlarının çalışma prensibine kadar her yerde, matematik aktif olarak kullanılmaktadır. Saatlerde, yön bulmalarda, makinelerin temel çalışma prensibinde, mühendislik, mimarlık, haritacılık, havacılık, denizcilik ve benzeri birden çok alet ve mesleğin temelinde matematik bulunmaktadır (Yılmaz, 2024).

Matematiğin soyut kavramlardan oluşması, öğrencilerde bu derse yönelik önyargı oluşmasının temel nedenlerindendir. Bu soyutluk özellikle geometri konularında yaşanan kavramsal zorluklarla birleştiğinde, matematiğin zor bir ders olarak nitelendirilmesine yol açmaktadır. Bu olumsuz düşünceler öğrencilerin hayatlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Uskun vd.' ne göre (2020) matematik dersi soyut halinden kurtarılıp somut bir şekilde daha anlaşılır hale getirilmelidir.

Geometri sözcüğü, Yunanca "yer ölçümü" anlamına gelen "geometrien" kelimesinden türemiştir. Bu etimolojik köken, disiplinin temel niteliğini yansıtmaktadır. NCTM (2000) tarafından geometri, matematiğin öğrencilerin: akıl yürütme ve ilişkilendirme becerilerini geliştiren temel bir alt alanı olarak tanımlanmaktadır. Şahin (2008) geometriyi, insan yaşamında kritik rol oynayan matematiğin temel bir bileşeni olarak vurgulamaktadır. Bu disiplin: uzaydaki cisim ve şekilleri inceleyen, günlük yaşamda her yerde gözlemlenebilen bir bilim dalıdır. Kutlu (2022) çevremizdeki tüm nesnelerin geometrik temeller taşıdığını belirtmektedir; her nesnenin kendine özgü bir şekli bulunur, bu şekiller temel geometrik formların kombinasyonlarından oluşur, dikkatli gözlemlerle bu geometrik yapılar kolayca fark edilebilir.

Geometri öğretiminde teknolojinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte mevcut bir gelişim olduğunu söylemek haklı olacaktır. Okullarda yaygınlaşan bilgisayar kullanımları,

teknolojiye erişim imkanları ders işlenmesine yönelik yeni teknolojik araçların ve materyallerin oluşumunu beraberinde getirmiştir.

Mackrell'e (2011) göre, ülkelere göre farklılıklar göstermekle birlikte, bilgisayarların matematik ve geometri öğretiminde yaygın kullanımı 1990'lı yıllara kadar tam anlamıyla benimsenmemiştir. Bazı özel yazılımlar ders etkinliklerinde öne çıkmış olsa da bilgisayarların eğitimdeki rolü pedagojik çevrelerde tartışma konusu olmuş uzmanlar arasında görüş birliği sağlanamamıştır. Yıldız (2017) 2000'li yıllarla birlikte bilgisayar kullanımının yaygınlaşması, teknolojik gelişmelerin hız kazanması sonucunda Bilgisayar Destekli Öğretim'in (BDÖ) matematik ve geometri eğitiminde vazgeçilmez bir unsur haline geldiğini vurgulamaktadır.

Geometri, küçük yaşlardan beri öğrencilerin çevrelerindeki geometrik nesneleri algılayıp anlamlandırmasına, zihinsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı için öğretim programında yer almaktadır (İbili, 2013). Geometri öğretimi matematiğin diğer dallarıyla ilgili kavramların öğretimini desteklemekle birlikte, günlük hayattaki gerçek nesnelerle bağlantılı olduğu için öğrencilerin dünyaya anlamlı olarak bakmasına yardımcı olmaktadır (Taşci, 2023).

Erken yaşlarda oyun şeklinde başlanılan geometri öğretimi; dayanıklı sezi, kavramsal derinliği ve bilgi yapısı itibarıyla geliştikçe, matematiğin en keyif verici ve estetik alt dallarından biri haline gelmektedir (Türnüklü vd., 2005). Ancak geometri farklı boyutlarda düşünebilme becerisi gerektirdiği için öğrencilerin çoğu somutlaştırmada problem yaşamaktadır. Bu ise öğrenciler tarafından geometrinin anlaşılması güç ve karmaşık olduğu şeklinde yorumlanmasına sebep olmaktadır. Bu durumu ortaya çıkaran sebepler arasında geometrik kavramların ezbere dayalı öğretim yöntemleriyle verilmesi veya teknolojiden ya da somut modellerden faydalanılmaması gösterilebilirken, bu durum kalıcı öğrenmenin sağlanamamasına ve öğrencilerin geometriyi soyut kavramlardan ibaret görmesine sebep olabilir (Buyruk-Akıl, 2020).

Geometri konularının öğretiminde, kavramların öğretimine daha fazla önem verilmelidir. Öğrencilere kavramı neden öğrenmeleri gerektiği ifade edilmeli, bu kavramı nerede kullanabilecekleri hakkında açıklamalar yapılarak öğrencilerin ilgileri kavramlar üzerinde toplanmalı ve öğrencilerde sağlam kavramsal temellerin oluşması sağlanmalıdır (Taşci, 2023). Öğretmenlerin geometri derslerini günlük yaşamla ilişkilendirmesi, konuya uygun öğretim yöntem ve tekniklerini kullanması ve somut materyallerden faydalanması öğrencinin geometri dersine olan ilgi ve sevgisini artıracak, kalıcı öğrenmeyi sağlayacak ve bunlar da beraberinde geometri öğreniminin kolaylaşmasını sağlayacaktır (Karapınar, 2017).

Öğretimde teknoloji kullanımının öğrenciler üzerindeki çok yönlü olumlu etkileri araştırmalarla kanıtlanmıştır. Yapılan çalışmalar, teknolojinin doğru kullanımının; problem

özme becerilerini (Astuti vd., 2021), bilgi işlemsel düşünme yeteneğini (Kaya vd., 2020), yansıtıcı düşünme kapasitesini (Çakır & Ozan, 2018), yaratıcılığı (Sitorus, 2016), akademik başarıyı (Demir & Bilgin, 2021; Estapa & Nadolny, 2015), derse yönelik tutumu (Gün vd., 2021), motivasyonu (Higgins vd., 2019), muhakeme becerilerini (Yöndemli & Taş, 2018) ve öğrenmenin kalıcılığını (Erdoğan, 2018; Sarı, 2021) önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Özellikle matematik eğitiminde teknoloji kullanımı, Septian ve arkadaşlarının (2020) çalışmalarında da belirtildiği gibi, soyut matematiksel kavramların somutlaştırılmasında, matematik problemlerinin günlük yaşamla bağlantılandırılarak çözülmesinde ve uygun matematik yazılımları sayesinde konuların daha kolay öğretilmesinde oldukça etkilidir. Bu bulgular, eğitim teknolojilerinin öğrenme süreçlerine yaptığı çok boyutlu katkıyı ortaya koymaktadır.

Matematik ve geometri eğitiminde öğretim teknolojileri çeşitli formlarda uygulanabilmekte ve öğrenme süreçlerini zenginleştirmektedir. Güncel eğitim uygulamalarında sıklıkla kullanılan bu teknolojiler arasında; öğrencilerin motivasyonunu artıran eğitsel oyunlar, soyut kavramları somutlaştırmada etkili olan artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrenme sürecini sınıf dışına taşıyan ters yüz eğitim modeli, disiplinlerarası bir yaklaşım sunan STEM etkinlikleri, algoritmik düşünmeyi geliştiren eğitsel robotlar, matematiksel kavramları gerçek yaşamla ilişkilendiren gerçekçi matematik eğitimi, mekân sınırlarını ortadan kaldıran uzaktan eğitim sistemleri ve esnek öğrenme ortamları sağlayan web tabanlı öğrenme platformları sayılabilir. Bu çeşitlilik, matematik öğretiminde farklı öğrenme stillerine ve ihtiyaçlarına hitap edebilme olanağı sunmaktadır.

Matematik eğitimi, içerdiği yoğun soyut kavramlar nedeniyle öğrenciler için önemli zorluklar barındıran bir alandır. Geleneksel öğretim yöntemlerinde öğrencilerden, tahtada anlatılanları yalnızca kalem, kâğıt ve cetvel gibi sınırlı materyallerle defterlerine aktarmaları beklenmekte ve bu yöntemle uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ancak Özçakır ve Aydın'ın (2019) çalışmalarında da belirtildiği gibi, teknolojik destekten yoksun bu geleneksel yaklaşımda kullanılan somut materyallerin katı, değişmez ve tekdüze yapıları, ders içinde etkileşimli ve verimli bir şekilde kullanılmalarını önemli ölçüde kısıtlamaktadır.

Etkili matematik öğretiminin temel dinamikleri analiz edildiğinde, iki kritik unsur öne çıkmaktadır; öğrencilerin matematiksel becerileri aktif katılımı ile edinmeleri ve öğretmenlerin öğretim sürecini planlı bir şekilde yöneterek tüm mevcut kaynakları etkin biçimde kullanmaları. Bu unsurlar, kaliteli bir matematik eğitiminin olmazsa olmaz bileşenlerini oluşturmaktadır. Modern eğitim ortamlarında, matematik öğretmenlerinin bu hedeflere ulaşabilmek için en güçlü

araçlarından biri kuşkusuz teknolojidir. Teknoloji, hem öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerini destekleyen hem de öğretmenlerin öğretim etkinliklerini zenginleştiren çok yönlü bir pedagojik araç olarak matematik eğitiminde vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir.

Matematik ve Geometri Öğretiminde Sanal Gerçeklik İle İlgili Araştırmalar

Matematik ve geometri derslerinde yaşanan soyutluk sorununa çözüm arayışları, eğitim teknolojilerinin bu alana entegrasyonunu hızlandırmıştır. Sanal gerçeklik (VR), bu anlamda en umut vadeden teknolojilerden biridir. Bu yazıda, matematik ve geometri öğretiminde sanal gerçeklik kullanımını konu alan araştırmaların bir özeti sunulmaktadır.

Altun ve Kahveci (2019) tarafından yürütülen "Sanal Gerçeklik Tabanlı Öğretim Materyalinin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerde Geometriye Dayalı Problem Çözme Üzerine Etkililiği" başlıklı çalışma, özel gereksinimli öğrencilerin matematik eğitiminde yenilikçi yaklaşımları incelemektedir. Araştırma, sanal gerçeklik teknolojilerinin öğrenme güçlüğü ve hiperaktivite tanısı almış öğrencilerin geometri başarısını artırmadaki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmada, küp, kare ve dikdörtgen prizmaların alan ve hacim hesaplamalarına yönelik problemlerin çözümünde sanal gerçeklik uygulamalarının etkililiği incelenmiştir. Denekler arası çoklu yoklama modeliyle gerçekleştirilen araştırmada üç öğrenciyle çalışılmıştır. Araştırma sonuçları, sanal gerçeklik destekli öğretimin özel gereksinimli öğrencilerin geometri problemlerini çözme becerilerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir. Bu bulgular, teknoloji destekli öğretim yöntemlerinin özel eğitim alanında etkili bir şekilde kullanılabileceğine dair önemli kanıtlar sunmaktadır. Çalışma, öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin matematik eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarının potansiyelini ortaya koymasından dolayı alan yazına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Topraklıkoğlu'nun (2025) gerçekleştirdiği deneysel çalışma, Metaverse tabanlı sanal gerçeklik ortamlarının 10. sınıf uzay geometrisi öğretimindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Araştırmada, katı cisimler konusunun sanal gerçeklik ortamında işlenmesinin öğrencilerin geometri başarısı, derse yönelik tutumları ve sanal ortamdaki "buradalık algısı" üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları oldukça umut vericidir. Katılımcılar, Metaverse ortamının soyut geometrik kavramları somutlaştırmada ve uzamsal ilişkileri anlamada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmanın önemli çıktılarından biri de, bu teknolojinin eğitimde kullanımına yönelik gelecek çalışmalar için yol gösterici öneriler sunmasıdır. Özellikle farklı geometri konularında ve çeşitli öğrenci gruplarıyla Metaverse tabanlı sanal gerçeklik uygulamalarının etkililiğinin araştırılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu bulgular, yenilikçi teknolojilerin matematik eğitiminde giderek artan rolünü ortaya koyması açısından önem taşımaktadır.

Akman'ın (2019) ilkököl matematik eğitime yönelik gerçekleştirdiği çalışma, sanal gerçeklik teknolojisinin kesirler konusundaki öğrenme güçlüklerinin aşılmasına yönelik yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Araştırmada, dördüncü sınıf düzeyinde öğrencilerin sıklıkla zorlandığı kesirler konusu için senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımıyla uyumlu bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Bu dijital eğitsel uygulama, öğrencilerin kesir kavramını ve ilgili işlemleri somut deneyimlerle içselleştirebilmelerini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Çalışma üç temel boyutta değerlendirilmiştir: akademik başarı, öğrenci bağlılığı ve akış kuramı perspektifi. Araştırma bulguları oldukça çarpıcı sonuçlar ortaya koymuştur: Geliştirilen sanal gerçeklik uygulaması, öğrencilerin kesirler konusundaki akademik başarılarını anlamlı düzeyde artırmıştır. Ayrıca, uygulamanın öğrencilerin matematik dersine yönelik hem duyuşsal hem de bilişsel bağlılıklarını olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Öğretmenler ise bu teknoloji destekli yaklaşımı son derece faydalı ve eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışma, özellikle ilkököl düzeyinde soyut matematiksel kavramların öğretiminde sanal gerçeklik uygulamalarının potansiyelini ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Geliştirilen uygulamanın, senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımıyla bütünleştirilerek kalıcı öğrenmeyi destekleyecek şekilde tasarlanmış olması, eğitim teknolojileri alanında önemli bir örnek teşkil etmektedir. Araştırma sonuçları, sanal gerçeklik destekli öğretim materyallerinin matematik eğitiminde öğrenme süreçlerini zenginleştirme potansiyelini kanıtlar niteliktedir.

Sanal gerçeklik teknolojilerinin özellikle soyut geometrik kavramların öğretiminde ne denli etkili olabileceği görülmektedir. Bu bağlamda, geometri öğretiminin önemli bir parçasını oluşturan düzgün çokgenler konusunun sanal gerçeklik uygulamalarıyla nasıl daha etkili bir şekilde öğretilabileceği sorusu öne çıkmaktadır. Nitekim, sanal gerçekliğin sağladığı etkileşimli ve çok boyutlu öğrenme ortamlarının, öğrencilerin düzgün çokgenlerin temel özelliklerini anlamalarına ve iç-dış açılı ilişkilerini kavramalarına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu teknolojik yaklaşımın, geleneksel öğretim yöntemlerinin yetersiz kaldığı noktalarda nasıl bir pedagojik destek sunabileceği ise merak konusudur.

Cabri 3D Yazılımı

Cabri Geometry, DGY'nin (Dinamik Geometri Yazılımları) ilk örneği olarak kabul edilmektedir (Gillis, 2005). 1985 yılında Fransa'da geliştirilen bu yazılım, geometri öğretiminde kullanılan etkileşimli bir karalama defteri işlevi görmektedir. Cabri Geometry, kullanıcıların geometrik şekilleri dinamik olarak oluşturmalarına, manipüle etmesine ve keşfetmesine olanak tanıyan bir araçtır. Hem hesap makinelerinde hem de bilgisayar ortamında kullanıma uygun şekilde tasarlanmış olan bu yazılım, öğrenme sürecini görselleştirerek geometri eğitiminde etkili bir rol oynamaktadır (Güneş, 2016).

1985 yılıyla birlikte Fransa'da geliştirilen Cabri Geometri yazılımı, geometri öğretiminde etkili bir seçenek olarak tanımlanmaktadır (Demir, 2010). Bu yazılım hem bilgisayar ortamında hem de hesap makinelerinde etkili bir şekilde kullanılabilir biçimde tasarlanmıştır.

Cabri yazılımı kullanıcıların kod yazmasını gerektirmeyen, sürükle bırak eylemleri ile kolaylıkla uygulanabilen bir yazılımdır. Öğrencilerin seviyeleri, hazırbulunuşlukları, odaklanma durumları, kodlama bilmeme durumları göz önünde bulundurularak, yazılımdan kaynaklanabilecek olumsuzlukları en aza indirmek amacıyla Cabri 3D yazılımının kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Cabri 3D, 4 temel bileşenden oluşmaktadır Bu bileşenler aşağıda verilmiştir;

- a) Temel Elemanlar: Bunlar, nokta, doğru, doğru parçası, ışın, üçgen ve çokgen gibi temel çizimlerdir.
- b) Fonksiyon: Yeni bir yapı elde etmek için, matematikteki fonksiyon kavramına benzer nitelikte, temel elemana uygulanan işlemdir.
- c) Yapı: Temel bir elemana herhangi bir fonksiyon uygulandığında ortaya çıkan yeni şekildir.
- d) Fonksiyonel Bağımlılık: Temel elemanlarla yapı arasındaki ilişki fonksiyonel bağımlılık kavramını oluşturur.

Cabri 3D yazılımı, öğrencilerin geometrik şekilleri keşfetmelerine ve oluşturmalarına imkân tanıyarak, bu şekiller aracılığıyla matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır (Demir, 2010). Aynı zamanda, Cabri 3D ile çizilen geometrik şekiller üzerinde hipotezler kurmayı ve bu hipotezleri test etmeyi kolaylaştıran interaktif bir ortam sunmaktadır (Pandiscio, 2002). Diğer yazılımlardan farklı olarak, Cabri 3D'nin sahip olduğu özel özellikler, üç boyutlu nesnelerin öğrenilmesini ve kavranmasını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır (Ertekin, 2014). Bu yönüyle, özellikle uzamsal düşünme becerilerinin geliştirilmesinde etkili bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. Farklı ortamlarda gözlenmeyecek birden fazla matematiksel kavramı somutlaştırmayı sağlamaktadır (Clarou vd., 2001). Özellikle üst düzeydeki öğrencilere zor gelen geometrik yer problemlerinin anlamlı hale getirilmesinde yeni ve değişik olanaklar sunmaktadır (Cha & Noss, 2001).

Cabri 3D, özellikle geometrik cisimleri görselleştirme ve üç boyutlu kavramları anlamayı kolaylaştırma açısından önemli bir işleve sahiptir (Accascina & Rogara, 2006). Geleneksel ortamlarda (örneğin yazı tahtası) veya iki boyutlu yazılımlarda oluşturulması zaman alan prizmalar, silindirler, piramitler ve birim küpler gibi yapılar, Cabri 3D ile kolayca üç boyutlu olarak modellenilebilmekte, döndürülebilmekte ve farklı açılardan incelenebilmektedir.

Ayrıca, bu cisimlerin dış yüzeylerini açma özelliği sayesinde öğrenciler şekillerin iç yapısını da keşfedebilmektedir (Gürbüz & Gülburnu, 2013).

Cabri Geometri, bir problemin çözümü, keşfi ve uygulanmasına yönelik birden fazla seçenek sunan bir "mikro dünya" olarak tanımlanmaktadır (Laborde, 2002). Bu nedenle, sınıf ortamında kullanıldığında öğrenme sürecini kolaylaştırmakta ve öğrencilerin geometrik kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır. Yazılımın sahip olduğu dinamik ve etkileşimli özellikler, öğrencilerin bilişsel gelişimlerini desteklemekte ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bu açıdan, benzer yazılımların eğitim ortamlarında nasıl kullanıldığının incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Cabri 3D İle İlgili Araştırmalar

Güven (2002), "Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Geometri Öğrenme" başlıklı çalışmasında, öğrencilerin keşif yoluyla geometri öğrenmelerini desteklemek amacıyla Cabri yazılımı kullanılarak bilgisayar destekli öğretim materyalleri geliştirmiş ve bu materyallerin gerçek sınıf ortamında uygulanması sonucunda ortaya çıkan öğrenme çıktıları ile öğrenci algılarını değerlendirmiştir. Araştırma bulguları, Cabri yazılımının dinamik yapısı, ölçüm kolaylığı ve tablolama özellikleri sayesinde öğrencilerin matematiksel ilişkileri etkili bir şekilde keşfedebildiklerini göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin geometrik yapılar üzerinde yeni ilişkiler, özellikler ve örüntüler keşfettikçe özgüvenlerinin arttığı, geometriyi ezberleyerek öğrenmek yerine bir araştırma ve keşfetme süreci olarak algılamaya başladıkları tespit edilmiştir. Bu durum, dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini ve disipline yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğine işaret etmektedir.

Edwards ve Quesada (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, dinamik geometri yazılımının üç temel pedagojik katkısı ortaya konulmuştur. İlk olarak, yazılımın görselleştirme kapasitesi sayesinde öğrencilerin üç boyutlu geometrik cisimleri daha etkili bir şekilde zihinsel modelleme yapabildikleri ve algılanması güç olan şekiller arasındaki ilişkileri anlamlandırabildikleri belirtilmiştir. İkinci olarak, yazılımın sağladığı dinamik olanakların, uzay geometrisi ile cebirsel temsiller arasında bağlantı kurulmasını kolaylaştırdığı ve bu sayede öğrencilerin konuyu bütünsel olarak kavrayabildikleri vurgulanmıştır. Son olarak ise, hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin iki ve üç boyutlu geometrik şekilleri ve bu şekiller arasındaki ilişkileri kavramsal düzeyde anlamalarına önemli katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, dinamik geometri yazılımlarının matematik eğitiminde kavramsal öğrenmeyi destekleyici güçlü bir araç olduğunu göstermektedir.

Camargo vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Öklid geometrisinin aksiyomatik yapısının oluşturulması sürecinde Cabri yazılımının nasıl kullanılabileceği incelenmiştir. On altı hafta süren araştırma boyunca, programın öğretmen adaylarının matematiksel ispat yapma becerileri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Düzlem Geometri dersi kapsamında öğretmen adayları ile yürütülen bu çalışma, nitel bir durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Araştırmacılar süreç boyunca gözlemler kaydetmiş ve grup tartışmalarını sistematik olarak belgelemişlerdir. Çalışma sırasında katılımcılar, geometrik önermeleri keşfetme ve aksiyomatik çerçeve içerisinde hipotezlerini ispatlama imkânı bulmuşlardır. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının çalışma sürecinde ispatın mantıksal yapısını kavrayarak yeni fikirler öne sürdüklerini, hipotez geliştirdiklerini ve matematiksel tartışmalara aktif olarak katıldıklarını göstermiştir. Bu durumun, katılımcıların ispat sürecine olan entelektüel katılımlarını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir.

Kokol-Voljc (2007) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının matematiksel yazılımları iki temel boyutta kullanımı ele alınmıştır. İlk olarak, bu yazılımların öğretmen adaylarının kendi matematiksel eğitimlerini destekleme amacı taşıdığı belirtilmiştir. İkinci olarak ise, adayların mesleki hazırbulunuşluk sürecinde, bu yazılımları etkili bir şekilde kullanarak ders işleyebilmelerini sağlamak hedeflenmiştir. Araştırmacı çalışmada özellikle ikinci boyut üzerinde odaklanmış ve matematiksel yazılımların pedagojik entegrasyonunun eğitimsel faydalarını vurgulamıştır.

Dahan (2008), Cabri 3D kullanılarak oluşturulan çalışma ortamlarının özel model geliştirme sürecinde kısa ve uzun vadede etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Eğitimci tarafından tasarlanan öğrenme ortamında katılımcıların adaptasyon süreçleri gözlemlenmiştir. Gerçek yaşam problemlerinin matematiksel modelleme sürecine aktarılmasının pedagojik önemi nedeniyle bu konuya özel önem verilmiştir. Çalışmaya Cabri 3D temel eğitimine 10 öğretmen katılım göstermiştir. Araştırmanın temel amacı üç boyutlu geometri özelliklerinin keşfedilmesi olarak belirlenirken, diğer bir amaç ise katılımcıları motive edici problem çözme etkinliklerine dahil etmek şeklinde ortaya konmuştur. Araştırma sonucunda belirlenen bu hedeflere ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Smith (2010), Güneydoğu Amerika'da bir ortaokulda sekizinci sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği deneysel çalışmada, dinamik geometri yazılımının matematiksel muhakeme üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, bir sınıfta Cabri 3D dinamik geometri programı kullanılarak teknoloji destekli öğretim yapılırken, kontrol grubunda ise geleneksel materyallerle (birim küpler, cetvel, açölçer) öğretim gerçekleştirilmiştir. Her iki gruptan seçilen üçer çift öğrencinin geometrik keşif sürecindeki matematiksel muhakemeleri detaylı bir

şekilde belgelenmiş ve karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, dinamik geometri yazılımı kullanan öğrencilerin, geleneksel yöntemle öğrenim gören akranlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla ve daha karmaşık matematiksel muhakemede bulunduklarını göstermiştir. İlginç bir şekilde, her iki gruptaki öğrenciler de başlangıçta matematiksel açıklamalarını kesin ifadelerle formüle etmekten kaçınmışlardır. Ancak, dinamik geometri yazılımı kullanan grupta, öğretmenin yönlendirmesiyle öğrencilerin çıkarımlarını daha kesin ve matematiksel olarak doğru ifadelerle formüle etmeye başladıkları gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, öğretmenlerin dinamik geometri yazılımlarını etkili bir şekilde kullanabilmeleri için üç temel öneri sunmaktadır: (1) bu araçların dinamik özelliklerini vurgulayan etkinlikler tasarlamaları, (2) yazılımın sağladığı matematiksel olanakları açıkça belirtmeleri, ve (3) öğrencilerden matematiksel açıklamalarını kesin ve formel bir dille ifade etmelerini talep etmeleri gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, teknoloji entegrasyonunun başarısının sadece araç kullanımına değil, aynı zamanda pedagojik yaklaşım ve öğretim stratejilerine de bağlı olduğunu göstermektedir.

Güven ve Karataş (2009) dinamik geometri yazılımı Cabri Geometri'nin öğretmen adaylarının geometrik yer konusunda öğrenci başarısına etkisi araştırmışlardır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, Dinamik Geometri Yazılımı (DGY) Cabri'nin araştırmaya katılan öğrencilerin verilen ifadeye göre uygun şekli çizebilme becerileri üzerinde etkili olmadığı fakat matematiksel tanımlama yapma, tahmin ve genelleme yapma becerilerini arttırdığı tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin problemin genel çözümüne yönelik şekiller çizdikleri, dinamik geometri uygulamasına katılmayan kontrol grubundaki öğrencilerin ise genellikle yamuk, dikdörtgen ve kare gibi özel şekiller üzerinde çalışma eğiliminde oldukları tespit edilmiştir.

Gürbüz ve Gülburnu (2013), Cabri 3D ile yapılan geometri öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Müfredatta yer alan prizmalar ve hacim hesabı kazanımlarına uygun Cabri 3D etkinlikleri tasarlamış, yazılım ile uyumlu çalışma yaprakları hazırlamış ve uygulamışlardır. Verilerin analizinde nicel ve nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Cabri 3D ile yapılan geometri öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarını kolaylaştırdığı ve öğrencilerin çalışmanın kazanımlarına uygun genellemelere ulaştığı görülmüştür.

Akgül (2014), Cabri 3D yazılımının alan ve hacim konularının öğretiminde öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiğe yönelik tutumlarına olan etkisini inceleyen bir çalışma yürütmüştür. Araştırma, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerle yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki öğrencilere, araştırmacı

tarafından geliştirilen 41 farklı etkinlik, Cabri 3D yazılımı aracılığıyla uygulanmıştır. Süreç boyunca öğrencilerin ikili gruplar halinde çalışması sağlanarak işbirlikli öğrenmenin ve akran etkileşiminin desteklenmesi amaçlanmıştır. Veri toplama aracı olarak kullanılan çalışma yapraklarında, öğrencilerin düşüncelerini ifade edebilmeleri için boşluklar bırakılmış ve bu sayede sürece ilişkin nitel geri bildirimler elde edilmiştir. Çalışmanın veri analizi sonuçları, Cabri 3D yazılımı destekli öğretimin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerine kıyasla, hem geometri konularındaki akademik başarılarında hem de matematiğe yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, dinamik geometri yazılımlarının matematik eğitiminde etkili bir pedagojik araç olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Kösa ve Kalay (2016) "Çok Küplü Geometrik Cisimler Konusunun Cabri 3D ile Öğretimi: Öğrenci Görüşleri" başlıklı çalışmada, Cabri 3D yazılımının ortaokul geometri öğretimindeki etkililiğini değerlendirmek amacıyla yedinci sınıf öğrencilerinin yazılım kullanımına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Araştırmacılar, çok küplü geometrik yapılar konusunun öğretimi için bilgisayar destekli bir öğrenme ortamı tasarlamış ve bu ortamda gerçekleştirilen uygulamaları özel durum çalışması yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışma sonuçları, öğrencilerin Cabri 3D destekli öğrenme sürecine ilişkin olumlu geri bildirimler verdiklerini göstermektedir. Katılımcılar, yazılımın kullanım kolaylığı, geometriye yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirmesi, derse aktif katılımı artırması ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı etkileri gibi avantajları vurgulamışlardır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu, gelecekteki derslerinde de benzer teknoloji entegreli öğrenme ortamlarında eğitim almak istediklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, bazı öğrenciler derslerin monotonlaşması ve yazılım kullanımından kaynaklanan teknik zorluklar gibi sınırlılıklara dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar, bu bulgular ışığında, öğrencilerin karşılaştığı olumsuzlukların giderilmesine yönelik iyileştirmeler yapılarak bilgisayar destekli öğrenme ortamlarının daha etkili hale getirilmesini önermektedirler.

Uğur vd. (2016), sekizinci sınıf matematik öğretim programında yer alan üç boyutlu geometrik cisimler konusunun öğrenme-öğretme sürecini geliştirmek amacıyla Cabri 3D dinamik geometri yazılımı kullanılarak öğretim materyalleri hazırlanmıştır. Araştırmacılar, üç boyutlu çizim ve hesaplama yeteneklerine sahip bu yazılım aracılığıyla geliştirdikleri etkinlikleri önce üç matematik eğitimi uzmanı ve bir matematik öğretmenin görüşlerine sunmuş, gelen geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeleri yapmışlardır. Düzeltilen etkinlikler, 18 sekizinci sınıf öğrencisiyle üç haftalık bir uygulama sürecinde kullanılmıştır.

Uygulama sonrasında öğretmenle yapılan değerlendirmede, Cabri 3D destekli etkinliklerin öğrencilerin geometrik kavramları anlamalarını kolaylaştırdığı, derse olan ilgi ve motivasyonu artırdığı gözlemlenmiştir. Öğretmen ayrıca bu yöntemin öğretim sürecinde zaman tasarrufu sağladığını ve öğrencilerin evde kendi başlarına tekrar yapabilmelerine olanak tanıdığını belirterek uygulamanın olumlu yönlerini vurgulamıştır. Bu bulgular, dinamik geometri yazılımlarının ortaokul düzeyindeki geometri öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Bayraktar vd. (2018), ilköğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin analitik geometri başarıları ve teknoloji kullanımına yönelik tutumları üzerinde Cabri 3D dinamik geometri yazılımının etkisi incelenmiştir. Araştırma, nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma bir desenle yürütülmüştür. Çalışmanın nicel boyutunda, 30'ar kişiden oluşan deney ve kontrol grupları olmak üzere toplam 60 öğretmen adayı yer almıştır. Nitel boyut ise iki aşamalı olarak tasarlanmıştır: İlk aşamada uygulama sonrası deney grubuyla veri toplanırken, ikinci aşamada uygulamadan iki yıl sonra aynı gruptan gönüllü 10 öğretmenle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma bulguları, her iki grubun da başarılarında artış olduğunu, ancak Cabri 3D kullanan deney grubundaki artışın anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Uygulama sonrası anket verileri, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun (iki katılımcı hariç) mesleki yaşamlarında dinamik geometri yazılımlarını kullanmayı planladıklarını göstermiştir. İki yıl sonra yapılan takip görüşmeleri ise, katılımcıların mesleğe başladıktan sonra da geometri öğretiminde bu teknolojileri faydalı bulmaya devam ettiklerini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, dinamik geometri yazılımlarının hem öğrenme sürecine hem de öğretmenlerin mesleki gelişimine olumlu katkı sağladığını göstermektedir.

Yazlık'ın (2020) "Matematik Öğretmeni Adaylarının Cabri Yazılımıyla Çalışma Yaprakları Tasarlama Süreci ile Bunların Geometri Öğretiminde Kullanılması Üzerine Görüşleri" başlıklı çalışması, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımlarıyla materyal geliştirme deneyimlerini ve bu materyallerin eğitimde kullanımına yönelik perspektiflerini incelemiştir. Araştırmada, 12 haftalık bir süreçte öğretmen adaylarına önce Cabri Geometry II ve Cabri 3D yazılımlarının temel özellikleri tanıtılmış, ardından örnek çalışma yaprakları geliştirilmiş ve son olarak katılımcıların ikili gruplar halinde kendi çalışma yapraklarını tasarlayıp sunmaları sağlanmıştır. Çalışma bulguları, katılımcıların büyük çoğunluğunun mesleki yaşamlarında Cabri tabanlı materyaller kullanma eğiliminde olduğunu ortaya koyarken, bazı adaylar ise zaman kısıtı, kalabalık sınıflar ve teknik altyapı eksikliği gibi nedenlerle kararsız kaldıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcılar, bu yöntemin kavramların somutlaştırılması, keşfederek öğrenme, dikkat çekici olma ve kalıcı öğrenme sağlama gibi

avantajlarını vurgulamışlardır. Bununla birlikte, uygulama sürecinde yazılımın ücretli olması, kullanım zorluğu, sınıf yönetimi güçlükleri ve potansiyel kavram yanılgıları gibi sınırlılıkları da tespit etmişlerdir. Araştırma, öğretmen adaylarının başlangıçta teknolojik pedagojik alan bilgisi eksikliği yaşadıklarını, ancak eğitim sürecinin sonunda hem mesleki hem de kişisel gelişim kaydettiklerini göstermiştir. Bu sonuçlar, öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun önemini ve bu süreçte karşılaşılabilecek zorlukların aşılması için destek mekanizmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Düzgün Çokgen Öğretimi

Düzgün çokgenler, ortaokul ve lise matematik müfredatının temel geometri konularından birini oluşturmalarına rağmen, öğrencilerin soyutlama ve uzamsal muhakeme gerektiren bu konuda çeşitli zorluklar yaşadığı bilinmektedir. Literatürde, bu zorluklar genellikle öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgıları başlıkları altında incelenmektedir.

Öğrenme güçlüğü bağlamında ele alındığında, öğrencilerin dinamik geometri yazılımları kullanılmadan gerçekleştirdikleri serbest çizimlerde, çokgenlerin salt "görsel olarak düzgün görünmesine" dayalı yüzeysel çıkarımlar yapmaları yaygın bir eğilim olarak gözlemlenmektedir. Jones (2002), bu durumu somutlaştıran bir bulgu olarak, öğrencilerin pergel ve cetvelle çizdikleri bir çokgenin kenar uzunluklarını veya iç açılarını ölçme gereği duymaksızın, yalnızca dış görünüme dayanarak onu düzgün çokgen olarak nitelendirebildiklerini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, kenar sayısı arttıkça bir düzgün çokgenin süreç içerisinde bir daireye yakınsayacağına dair fikir de sıkça karşılaşılan bir kavram karışıklığıdır. Her ne kadar bu durum limit kavramı bağlamında matematiksel bir gerçekliği yansıtsa da, öğrenciler çoğu zaman daireyi sonsuz sayıda kenarı olan bir çokgen olarak yanlış bir şekilde modellemekte ve bu iki farklı geometrik kavramı birbirine karıştırmaktadır (Fuys vd., 1988).

Öğrenme güçlükleri ve yanılgıların üstesinden gelmek ve kalıcı kavramsal anlayışı desteklemek amacıyla, araştırmacılar teknoloji destekli öğrenme ortamlarının potansiyelini incelemişlerdir. Dinamik Geometri Yazılımları (DGY) bu anlamda önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, Cabri 3D veya GeoGebra gibi yazılımlar, öğrencilerin bir çokgenin köşelerini sürükleyerek şekli dinamik bir şekilde manipüle etmelerine, kenar uzunlukları ve açı ölçülerinin anlık olarak değişimini gözlemlemelerine olanak tanır. Bu süreç, düzgün çokgen tanımındaki "eşit kenar" ve "eşit açı" koşullarının birbirinden bağımsız olmadığını ve birindeki değişikliğin diğerini nasıl etkilediğini somutlaştırarak gösterir (Hollebrands, 2007).

Matematik ğretiminde günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve görselleştirilmesi en elverişli konuların başında çokgenler gelmektedir. Bu konu, öğrencilerin temel geometrik şekilleri ( gen, kare, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk, eşkenar dörtgen vb.) sistematik bir biçimde tanınmasını sağlayarak geometrik okuryazarlığın temellerini atar. Aslında, çevremize biraz dikkatle baktığımızda, binaların cephelerinden trafik işaretlerine, yer karolarından ambalaj tasarımlarına kadar hemen her nesnenin, bu temel çokgenlerin bir aray gelmesiyle oluştuğunu gözlemlemek mümkündür. Bu durum, çokgenler konusunu soyut bir matematiksel içerik olmaktan çıkarıp, öğrencilerin yaşamlarıyla doğrudan bağ kurabilecekleri somut ve anlamlı bir öğrenme alanına dönüştürmektedir (Korucu, 2009).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

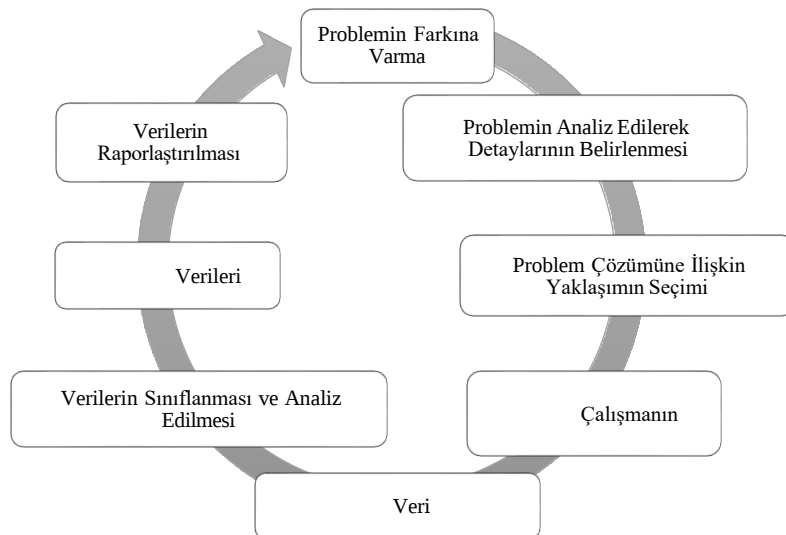
Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde araştırmada kullanılan desen, araştırmanın katılımcıları, veri toplama araçları, uygulama süreci ile elde edilen verilerin çözümleme teknikleri açıklanmıştır.

Araştırma Yöntemi

Geometri konularından biri olan düzgün çokgenler ve özellikleri konusunun öğretiminde Cabri 3D uygulaması kullanılarak tasarlanıp geliştirilen etkinlikler ile öğrencilerin geometri öğretimine yönelik görüşlerinin incelendiği bu çalışma nitel bir araştırmadır. Nitel araştırma, kişilerin deneyimledikleri şeyleri olduğu gibi açıklayıp tanım yapabilmeyi amaçlar. Nitel araştırma yöntemi, tarihsel süreçte farklı disiplinler tarafından çeşitli şekillerde adlandırılmıştır. Bu yöntem, doğal ortamlarda gerçekleşen olguları anlamaya çalışması nedeniyle "doğal araştırma" olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda, araştırmacının kendi yorum ve perspektiflerini sürece dahil etmesi sebebiyle "yorumlayıcı araştırma" adını almıştır. Bunlara ek olarak, belirli bir sosyal bağlam içinde konuları derinlemesine inceleme özelliği gösterdiği için "alan araştırması" şeklinde de isimlendirilmiştir (Baltacı, 2017). Bu farklı terminolojiler, nitel araştırmanın çok boyutlu doğasını ve disiplinler arası uygulanabilirliğini yansıtmaktadır.

Şekil 2. Nitel Araştırma Süreci (Creswell, 2002)



Şekil 2'deki nitel araştırma süreci, verilerin toplanması, analizi ve yorumlanmasını kapsayan dinamik bir yaklaşım sunar. Bu süreçte, araştırmacılar katılımcıların deneyimlerini

bütüncül bir şekilde ele alarak temalar ve modeller geliştirir. Esnek ve yinelemeli yapısıyla nitel araştırmalar, sosyal olguların karmaşıklığını anlamak için ideal bir çerçeve sağlar.

Araştırmada nitel araştırma yöntemi içerisinde yer alan durum çalışması deseni benimsenmektedir. Durum çalışması, belirli bir zaman diliminde sınırları çizilmiş bir veya birden fazla olgunun; gözlem, görüşme, doküman inceleme ve rapor analizi gibi çoklu veri toplama teknikleri kullanılarak derinlemesine incelenmesine olanak sağlayan nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2007). Bu desen kapsamında yürütülen araştırmalarda temel amacın, incelenen durumu oluşturan bileşenleri sistematik olarak tanımlamak, analiz etmek ve söz konusu duruma ilişkin kapsamlı açıklamalar geliştirmek olduğu belirtilmektedir (Gall, Borg ve Gall, 1996). Bu araştırmada durum çalışması deseninin seçilmesi, incelenen olgunun karmaşık ve bağlama dayalı doğasından kaynaklanmaktadır. Durum çalışması, bu sürecin doğal ortamında, gerçekçi bir şekilde ve ayrıntılı olarak araştırılmasına imkân sağlar. Gözlem, görüşme gibi çeşitli veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılması, veri zenginliği ve güvenilirliği sağlar; böylece öğrencilerin pedagojik algıları ve bilişsel deneyimleri hakkında derinlemesine bilgi verir. Bu yaklaşım sayesinde, söz konusu teknoloji entegrasyonunun öğrenciler üzerindeki etkisi, onların bakış açısından anlaşılmaya çalışılarak bağlama özgü ve detaylı bir analiz sunulur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2024-2025 Eğitim-Öğretim yılında Erzurum ilinde bulunan MEB'e bağlı bir köy ortaokulunda öğrenim görmekte olan yedinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Tüm etkinlikler 12 kız, 11 erkek öğrenciden oluşan toplam 23 öğrencinin oluşturduğu bir yedinci sınıfta uygulanmıştır. Okulun köy okulu olması sebebiyle okul ve sınıf ortamına ait şartlar eğitim öğretim için orta düzeydedir. Öğrencilerin veli profili eğitim düzeyi düşük bireylerden oluşmaktadır. Öğrencilerin çoğu okul sonrasında büyükbaş hayvanların bakımından sorumlu olduğu için eve yorgun dönmektedir. Ayrıca genel olarak sobalı evde yaşadıkları için bütün aile aynı odada bulunmakta ve dolayısıyla öğrenciler için uygun çalışma ortamı oluşmamaktadır. Öğrencilerin akademik başarıları orta-düşük seviyededir.

Bu araştırmada araştırmacının görev yaptığı ortaokul kurumundaki öğrenciler çalışma grubunu oluşturduğu için, rastgele olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi (kazara ya da elverişli örnekleme ismi ile de anılabilir) tercih edilmiştir. Uygun örnekleme; araştırmada zaman, para ve işgücü bakımından var olan sınırlılıklar sebebiyle en ulaşılabilir katılımcılardan başlanarak örneklemin seçilmesidir (Kılıç, 2013).

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veriler, öğrencilerin Cabri 3D ekranında yaptığı uygulamalar esnasındaki gözlemler, modellemeler, dinamik çalışma kağıtları ve araştırmacı tarafından oluşturulan kapalı ve açık uçlu sorular barındıran yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Form hazırlanırken detaylı alan türü taraması yapılmış (Polat, 2022), (Dömbelekci vd., 2022), (Aydemir vd., 2006), (Baltacı, 2019) ve formda kullanılacak sorular belirlenmiştir.

Her dersin sonunda araştırmacı, yaptığı gözlem ile öğrencilerin ders sırasında yaşadıkları durumları not etmiştir. Öğrencilerin yazılımı kullanırken yaptıkları modellemeler ve ekran etkileşimleri kaydedilmiştir. Geometrik şekilleri oluşturma süreçleri ve karşılaştıkları teknik zorluklar belgelenmiştir. Her ders sonunda araştırmacı tarafından gözlem notları tutulmuştur. Bu gözlem süreci ile birlikte araştırmanın problemine ilişkin bilgi elde etmek amaçlanmıştır.

Araştırma sürecine, öğretim ortamlarındaki mevcut durumun doğal koşullarda gözlemlenmesi ve analiz edilmesiyle başlanmıştır. Bu doğrultuda, gerçek öğrenme ortamlarında performans ve davranışların sistematik olarak izlenmesi yoluyla ihtiyaçlar belirlenmiş ve bu tespitler, çalışmanın temel hareket noktalarını oluşturmuştur. Bu kapsamda matematik öğretmenleriyle yapılan görüşmelerde, geometri öğretiminde özellikle çokgenler ve alan hacim özellikleri konularında öğrencilerin zorluk yaşandığı tespit edilmiştir. Geleneksel beyaz tahta üzerinde gerçekleştirilen öğretim yöntemlerinin somutlaştırma açısından yetersiz kaldığı düşünülüp, hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin görselleştirmeye dayalı yardımcı materyallere ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir.

Araştırmacı sanal gerçeklik uygulaması olarak Cabri 3D'yi seçmiştir. Araştırmanın amacına uygun olarak düzgün çokgenlerin kenar özellikleri, açı özellikleri, alan bağıntısı oluşturma ve açınım yapma gibi üç boyutta görselleştirilebilen kavramlarla ilgili Cabri 3D uygulamaları için dinamik çalışma kağıtları üretmiştir. Bu kağıtların amacı, öğrencinin bilgiye ulaşmasını sağlamaktır.

Dinamik Çalışma Kağıtları

Çalışma kağıtlarının tasarımında, öğrencilerin yapmaları gerekenleri açıkça belirten, işlem adımlarını içeren ve bilgiyi zihinlerinde yapılandırmalarını destekleyen bir yaklaşım benimsenmiştir. Doğrudan bilgi vermek yerine bizzat birey tarafından kurulması ilkesine dikkat edilmiş ve öğrenilmesi istenen kavramlar ilgi çekip merak uyandıracak şekilde etkinlikler içine gizlenmiştir (Akgül, 2024). Ayrıca, tüm sınıfın aynı anda etkinliğe katılımını sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır.

Verilen yönergeler açık ve anlaşılır şekildedir. Hazırlanan dinamik çalışma kağıtları alanında uzmanlaşmış üç matematik öğretmeni ile görüşülmüş ve yapılan zümre toplantısı sonrasında son hali verilmiştir. Elde edilen geri bildirimler doğrultusunda çalışma kağıtlarında içerik, dil ve tasarım odaklı bir dizi revizyon gerçekleştirilmiştir. İçerik bazlı düzeltmeler, soruların karmaşıklık düzeyinin öğrenci seviyesine uygun hale getirilmesi ve bazı yönergelerin netleştirilmesini kapsamaktadır. Dil ve anlatım açısından yapılan revizyonlarda ise, matematiksel terminolojinin doğru ve tutarlı kullanımına odaklanılmış, anlaşılabilirliği artırmak için akademik ancak yaş grubuna uygun bir dil benimsenmiştir. Ayrıca, görsel destekleyicilerin etkinliğini artırmak amacıyla şekil ve diyagramların düzeni yeniden gözden geçirilmiş, bu sayede materyallerin pedagojik açıdan daha kullanışlı ve işlevsel olması sağlanmıştır. Bu revizyonlar, çalışma kağıtlarının geçerlik ve güvenilirliğini güçlendirmiş, veri toplama aracının araştırmanın amacına daha uygun hale gelmesine katkı sağlamıştır.

Gözlem

Araştırmacı her etkinlikten sonra o etkinlik ile ilgili hazırladığı gözlem formuna notlar olarak öğrencilerin etkinlikleri uygulama süreçlerini kayıt altına almıştır. Gözlem formundaki maddeler kontrol listesi şeklinde düzenlenmiş olup öğrenciler tarafından gerçekleştirilme yüzdeleri olarak not alınmıştır. Bu gözlemlere dair bilgiler bulgular kısmında ayrıntılı olarak verilmektedir.

Araştırmacı tarafından kullanılan gözlem formu, sistematik veri toplamak amacıyla şu özelliklerde tasarlanmıştır. Form ile incelenip dikkat edilen noktalar şunlardır:

- Cabri 3D arayüzünü kullanabilme
- Temel geometrik çizimleri yapabilme
- Yazılım fonksiyonlarını doğru uygulayabilme
- Geometrik kavramları doğru tanımlayabilme
- Matematiksel ilişkileri fark edebilme
- Somutlaştırma becerileri

Yapılan incelemelerde, Cabri Geometry programının matematiksel kavramları somutlaştırmada eşsiz bir olanak sağladığı vurgulanmaktadır. Örneğin Clarou vd. (2001), programın başka ortamlarda görülmesi mümkün olmayan birçok kavramı görünür kıldığını ifade etmiştir. Dinamik menü özelliği sayesinde, geometrik şekillerin temel elemanları, sahip oldukları matematiksel özellikler bozulmadan düzenlenebilmekte ve boyutları değiştirilebilmektedir (Clarou vd., 2000). Programın sunduğu bu imkanlar, görsellik, keşif ve deneyim yönüyle öğrenciler için oldukça çekici olduğu kadar, etkinlik seçimi ve sınıf

uygulamalarının düzenlenmesi konusunda öğretmenlere de geniş bir kullanım alanı sunmaktadır (Clarou vd., 2001).

Araştırmacı, Cabri 3D yazılımının eğitsel potansiyelini ve öğrenci üzerindeki bilişsel etkisini bütüncül bir şekilde değerlendirebilmek için gözlem formunu; öğrencinin öncelikle yazılımın arayüzünü ve temel çizimlerini kullanabilme (teknik yeterlilik), ardından ileri fonksiyonları doğru uygulayabilme (etkili kullanım), bu süreçte geometrik kavramları tanımlayabilme ve matematiksel ilişkileri keşfedebilme (kavramsal anlama ve analiz) ve nihayetinde soyut fikirleri somut modellere dönüştürebilme (mekansal düşünme ve somutlaştırma) becerilerini sistematik olarak ölçecek şekilde tasarlamıştır.

Araştırmada gözlem formunun bu spesifik özelliklerle (Cabri 3D kullanımı, geometrik çizimler, fonksiyonların uygulanması, kavram tanımlama, ilişki fark etme ve somutlaştırma) tasarlanmasının temel nedeni, çalışmanın araştırma problemini ve amaçlarını doğrudan yansıtan ve ölçülmesi gereken temel beceri alanlarını operasyonel hale getirmektir. Bu maddeler, sanal gerçeklik destekli dinamik geometri yazılımının öğrenme sürecine entegrasyonunun teorik olarak varsayılan bilişsel ve pratik çıktılarını somut bir şekilde gözlemlenebilir davranışlara dönüştürmüştür.

Yapılandırılmış Görüşme

Yapılandırılmış görüşme, araştırmacı tarafından önceden hazırlanmış standart soruların katılımcılara aynı sıra ve biçimde yöneltildiği sistematik bir veri toplama yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2018). Bu yöntemde sorular genellikle kapalı uçlu (evet-hayır, çoktan seçmeli) veya kısa açık uçlu formatta hazırlanır (Karasar, 2016). Araştırmacı yorumunun minimize edildiği objektif bir yaklaşımdır (Erkuş, 2014).

Yapılandırılmış görüşmelerin temel karakteristiği, önceden belirlenmiş ve standartlaştırılmış soruların katılımcılara belli bir sırayla yöneltilmesidir. Bu görüşme türünde, araştırmacı tarafından önceden hazırlanan sorulara yönelik cevap kategorileri oluşturulabilir veya açık uçlu sorular kullanılabilir. Ancak, açık uçlu sorular kullanıldığında dahi görüşme esnasında soru formunda esnekliğe izin verilmemektedir. Yapılandırılmış görüşme yöntemi, öncelikle nicel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmakla birlikte, nadiren nitel araştırmalarda da tercih edilebilmektedir. Bu yöntem, benzer özelliklere sahip bir örneklemden standartlaştırılmış veri toplamak istendiğinde uygundur. Araştırmacının bu yöntemi seçmesinin temel gerekçesi de budur.

Araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme formu, Cabri 3D kullanım deneyimleri, öğrenme sürecindeki zorluklar gibi temaları kapsayan sorulardan oluşmaktadır. Görüşmeler

yazılı olarak uygulanmıştır ve bu uygulamada öğrencilerin gönüllük esası ve rızası olmasına dikkat edilmiştir.

Pilot Uygulama

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak, olası metodolojik ve uygulamaya dair sorunları önceden tespit ederek sürecin aksamamasını sağlamak amacıyla ana uygulama öncesinde bir pilot çalışma yürütülmüştür. Bu pilot uygulama, hedef kitleyi temsil eden, çalışmanın amaçları doğrultusunda gerekli ön koşul becerilere sahip ve asıl katılımcı grubuyla benzer özellikler gösteren üç 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. İki haftalık bu süreç, araştırma desenine ve ders işleyiş protokolüne birebir uygun şekilde tasarlanmış ve uygulanmıştır.

Pilot uygulama esnasında veri toplama aracı olarak kullanılan Yapılandırılmış Görüşme Formu, uygulayıcı notları ve katılımcı tepkileri doğrultusunda detaylıca incelenmiştir. Elde edilen bulgular, alanında uzman üç matematik öğretmeni (zümre) ile paylaşılarak nitelikli geri bildirimler alınmış ve bu geri bildirimler ışığında forma son hali verilmiştir. Yapılan revizyonlar şu şekildedir:

- Anlaşılabilirlik ve Netlik: Özellikle formun üçüncü sorusunun öğrenciler tarafından daha net anlaşılabilmesi için soru, (a) ve (b) şeklinde iki alt bileşene ayrılmıştır.
- Somutlaştırma: (a) maddesinin devamına, katılımcıların soruyu somutlaştırabilmesi ve beklentinin ne olduğunu daha iyi kavrayabilmesi amacıyla parantez içinde açıklayıcı örnekler eklenmiştir.
- Yönerge ve Dil: Formdaki yönergelerin daha açık ve yalın bir dile dönüştürülmesi sağlanmış, böylece uygulama sırasında yaşanması muhtemel karışıklıkların önüne geçilmiştir.

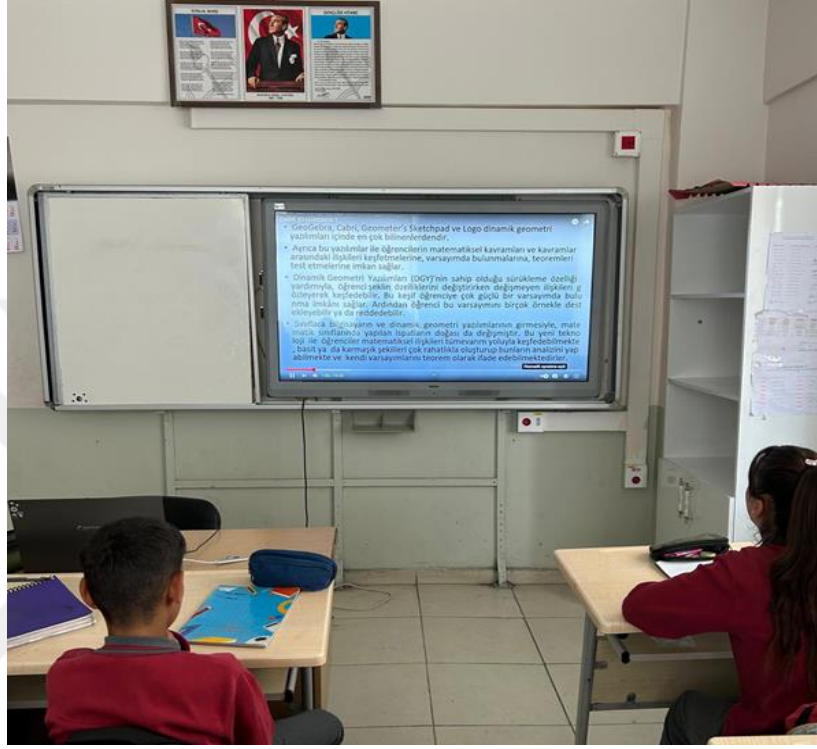
Bu kapsamlı revizyon süreci sonucunda, veri toplama aracının hem ölçmeyi amaçladığı davranışları daha geçerli bir şekilde ölçebilmesi hem de uygulayıcılar için daha kullanışlı ve anlaşılır bir hale gelmesi sağlanmıştır. Söz konusu nihai form, çalışmanın "Ekler" bölümünde "EK-6. Yapılandırılmış Görüşme Formu" başlığı altında sunulmuştur.

Süreç

Veri toplama sürecinde ön hazırlık olarak araştırma etiği onayları (EK-1.) alınarak başlanmıştır. Velilerden öğrencilerin de gönüllülük esası dikkate alınarak izin formları (EK-3.) alınmış ve belgelenmiştir. Veri toplama araçları pilot uygulama ile test edilmiştir. Çalışma haftada 4 saat olmak üzere 6 hafta sürmüştür.

Öğrencilere program tanıtımı araştırmacı tarafından iki hafta boyunca yapılmıştır. Akıllı tahta üzerinden program indirilmiş, Cabri 3D web sitesinde yayınlanan materyaller incelenerek daha zengin bir uygulama kütüphanesi oluşturulmuştur. Program İngilizce bir program olduğu için öğrencilere Türkçe açıklaması yapılmış verilen görsellerle açıklama desteklenmiştir. Araştırmacı tarafından örnek uygulamalar yapıp öğrencilerin dikkati çekilmiştir.

Şekil 3. *Cabri 3D Program Tanıtımları Görüntüleri*



Şekil 3 (Devamı)



Şekil 3 (Devamı)



Şekil 3 (Devamı)



Uygulama sürecinde, ders işleyişi mevcut müfredat programında öngörülen süre ve kapsam dahilinde yürütülmüştür. Çokgenler konusunun temel tanım, özellik ve formüllerinin aktarımı aşamasında, araştırmacı tarafından geleneksel öğretim yöntemlerine başvurulmuş; konu anlatımı tahta üzerinden şekil ve formüllerle desteklenerek gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada öğrenciler temel bilgileri dinleyici konumunda edilgin bir şekilde almış ve notlar almıştır. Teorik altyapının oluşturulmasının ardından, dersin ikinci ve asıl odak noktasını oluşturan öğrenci merkezli etkinlik aşamasına geçilmiştir. Bu geçiş, öğrencileri edilgin dinleyici rolünden çıkararak, bilgiyi yapılandırmada aktif bir rol üstlenecekleri uygulamalı bir sürece dahil etmeyi amaçlamıştır.

Uygulamalı etkinlik aşamasına geçildiğinde, öğrencilere Cabri 3D yazılımının kullanımına yönelik adım adım yönergeler içeren dinamik çalışma kâğıtları dağıtılmış ve kendilerinden bu yönergeleri takip ederek belirlenen geometrik keşifleri gerçekleştirmeleri istenmiştir. Teknik altyapıya ilişkin değerlendirmeler sonucunda, akıllı tahta üzerinden yapılacak bir uygulamanın öğrenci başına düşen etkileşim süresini kısıtlayabileceği ve pratik zorluklar yaratabileceği öngörülmüştür. Bu doğrultuda, daha kontrollü ve verimli bir etkileşim ortamı sağlamak amacıyla araştırmacıya ait dizüstü bilgisayar sınıfa getirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Sınırlı sayıdaki bilgisayar erişimini en üst düzeye çıkarmak ve iş birliğine dayalı öğrenmeyi teşvik etmek için öğrenciler, önceden belirlenmiş akademik seviyeler göz

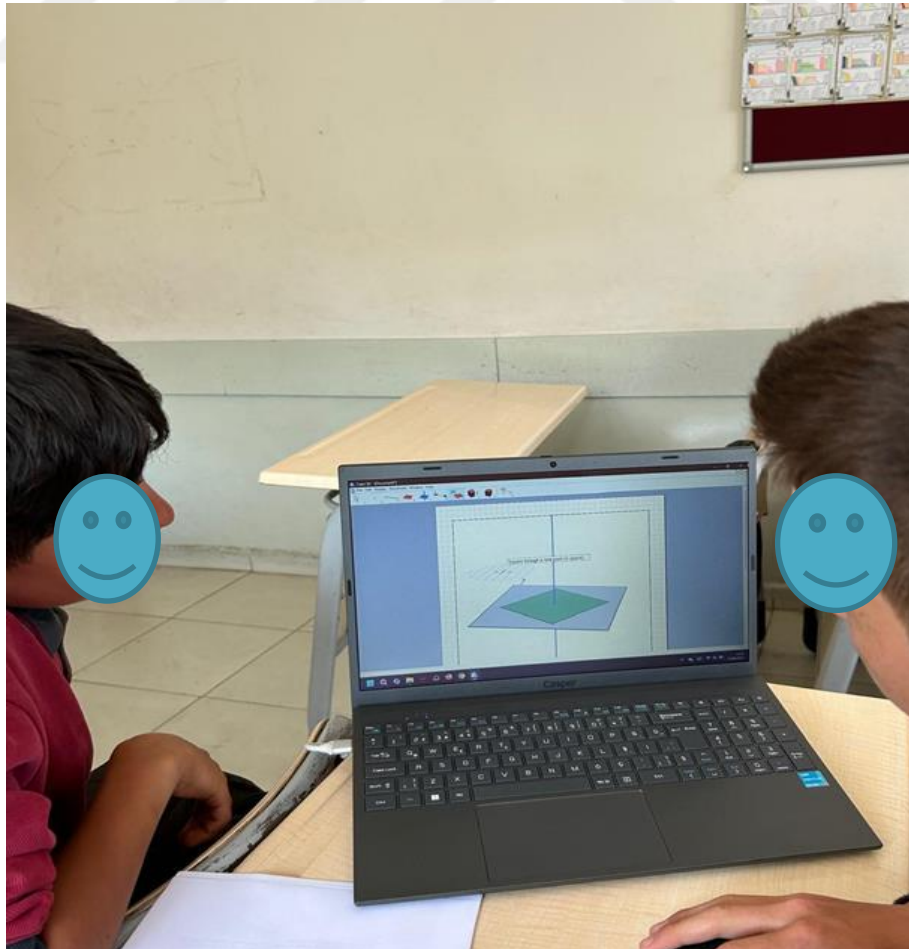
önünde bulundurularak 2-3 kişilik heterojen gruplara ayrılmıştır. Süreç içerisinde uygulanan rotasyon yöntemi sayesinde, her öğrencinin bilgisayarı aktif olarak kullanarak yazılımı deneyimlemesi garanti altına alınmış; bir öğrenci uygulama yaparken diğer grup üyeleri de gözlem, tartışma ve fikir beyan etme yoluyla sürece etkin bir şekilde dahil olmuştur. Bu yapı, öğrenciler arasında sürekli bir fikir alışverişini teşvik eden etkileşimli bir öğrenme ortamının oluşmasına katkı sağlamıştır. Her bir etkinlik sonunda, gruplar içerisinde yapılandırılmış değerlendirme tartışmaları yürütülmüş, tüm öğrencilere söz hakkı verilerek kazanımlara ve sürece ilişkin anlık geri bildirimler alınmıştır.

Dinamik çalışma kâğıtları, belirli bir metodoloji izlenerek ve pedagojik bir yaklaşımla geliştirilmiştir. Geliştirme süreci öncelikle, hedeflenen matematiksel kavramların (örneğin, çokgenlerin iç açıları, döndürülmüş halleri) ve müfredat kazanımlarının detaylı bir analizi ile başlamıştır. Ardından, bu kazanımlara ulaşmak için Cabri 3D yazılımının hangi dinamik özelliklerinin (ölçüm alma, döndürme, nesneleri taşıma vb.) kullanılabileceği planlanmıştır. Bu planlama doğrultusunda, her bir kâğıt keşfetme, somutlaştırma ve genelleme aşamalarını içerecek şekilde yapılandırılmıştır.

Şekil 4. *Uygulama Süreci Görüntüleri*



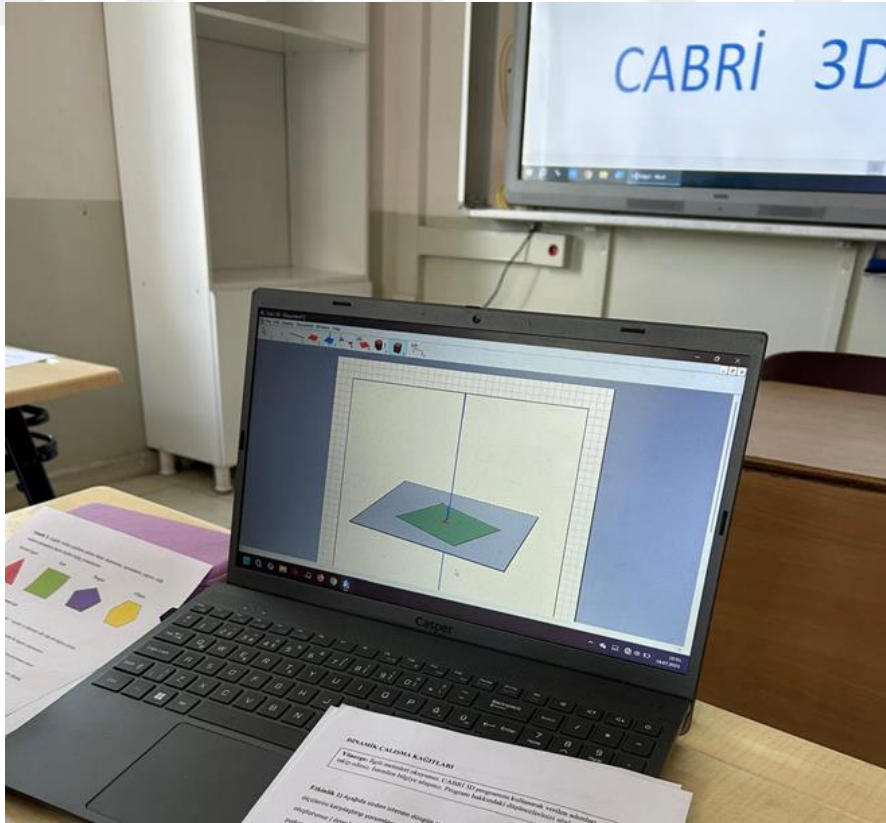
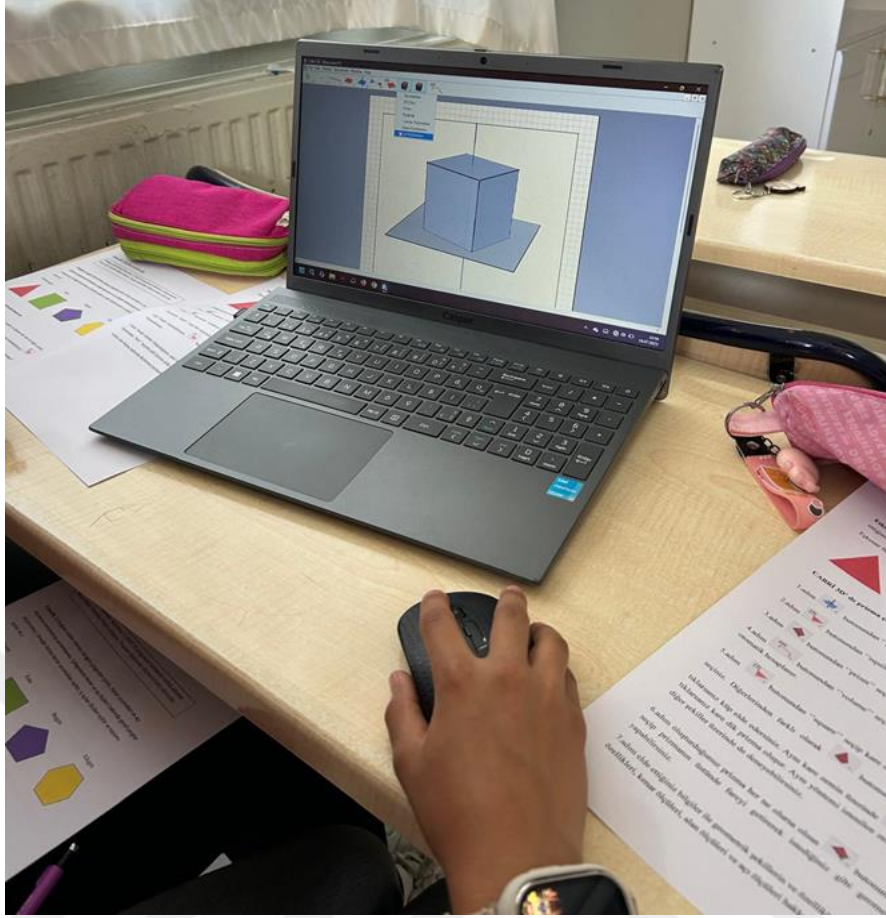
Şekil 4 (Devamı)



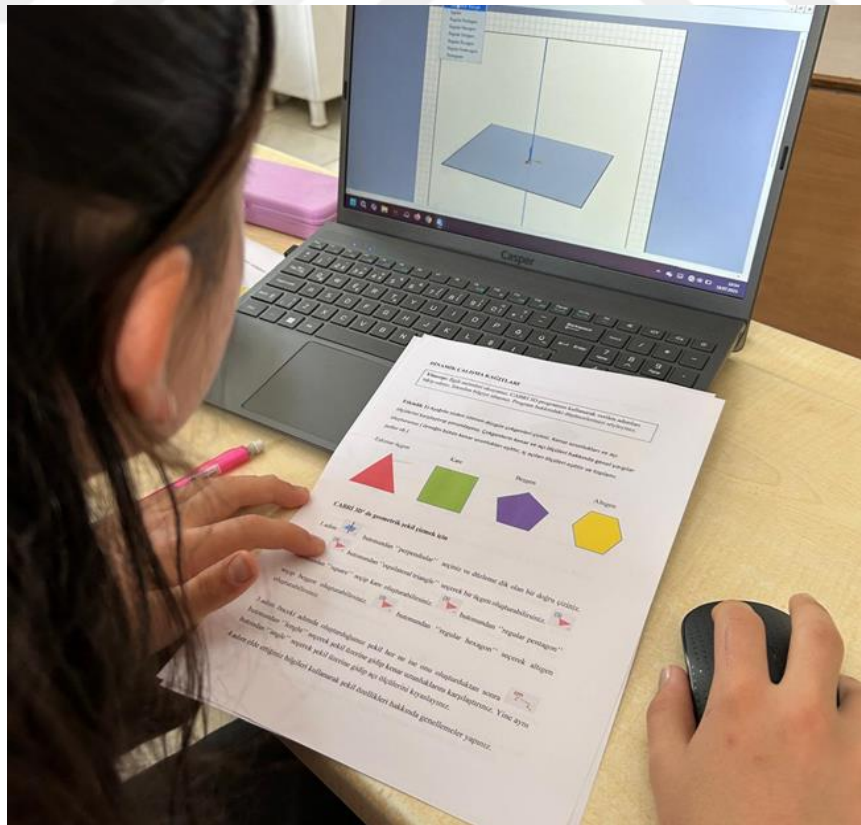
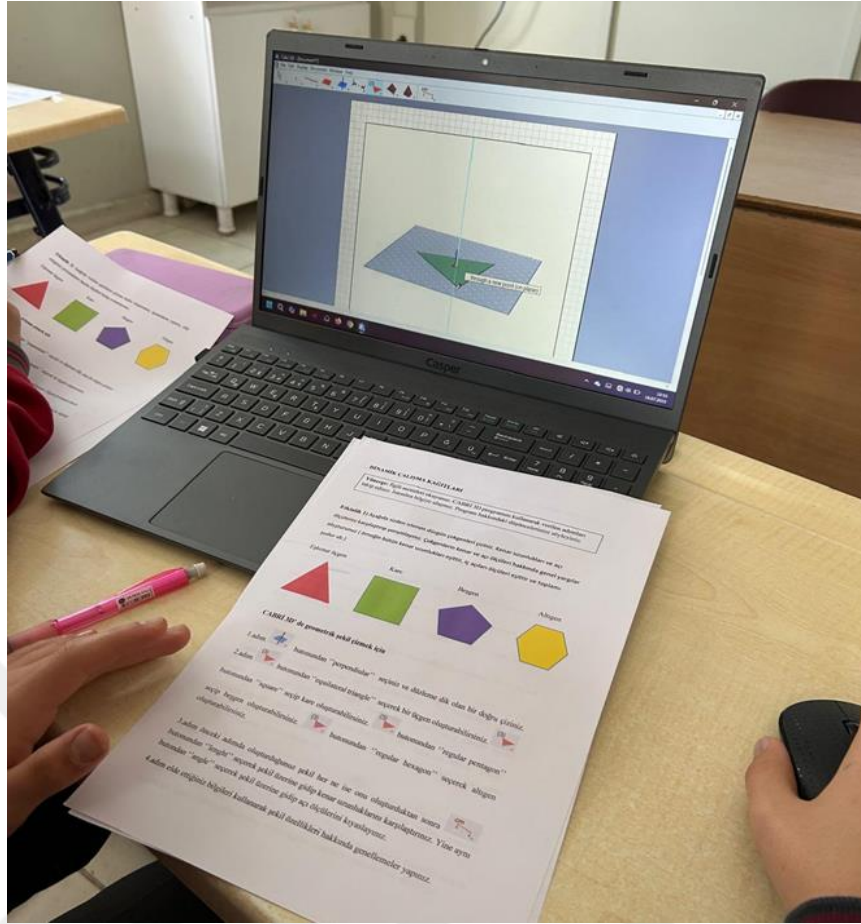
Şekil 4 (Devamı)



Şekil 4 (Devamı)



Şekil 4 (Devamı)



Araştırmacı tüm süreç boyunca öğrencilere rehberlik ederken iyi bir gözlemci olarak Cabri 3D etkinlikleri sırasında doğal gözlemler yapmıştır. Her ders içinde ve sonunda sistematik gözlem notlarını kaydetmiştir. Öğrencilerin Cabri 3D deneyimlerine yönelik nitel veriler toplanmıştır. Araştırmacı ise gözlem formu doldurmuştur. Öğrenci davranışları ve etkileşimleri kayıt altına alınmıştır. Formdaki her bir maddenin ğrenci açısından gerçekleştirme yüzdesi yazılmıştır. Bu formlar her ğrenci için ayrı doldurulmuştur.

şekil 5. Araştırmacının Gözlem Aşaması

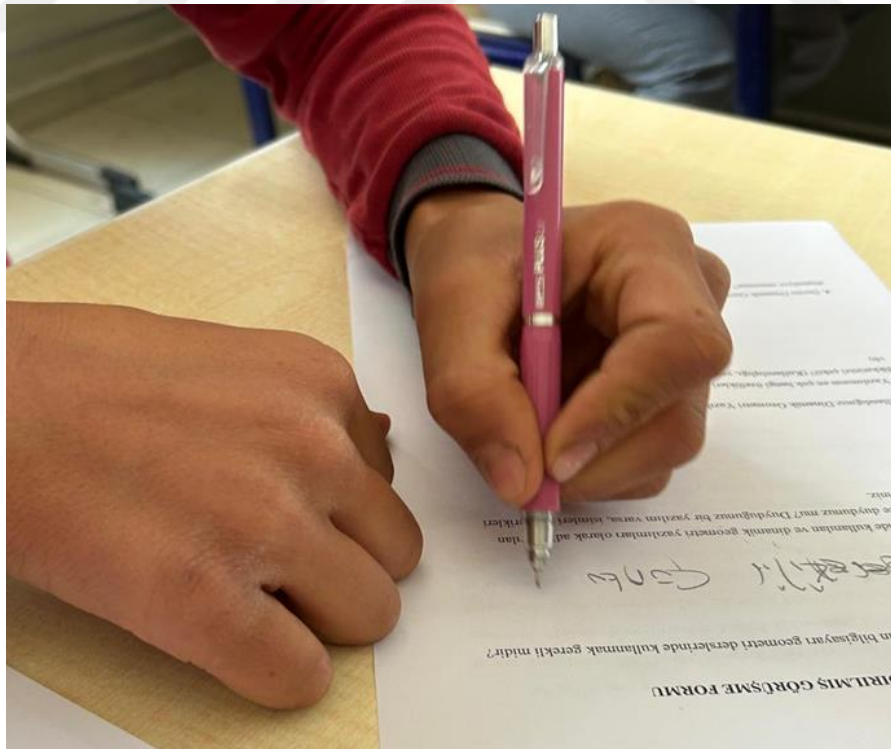
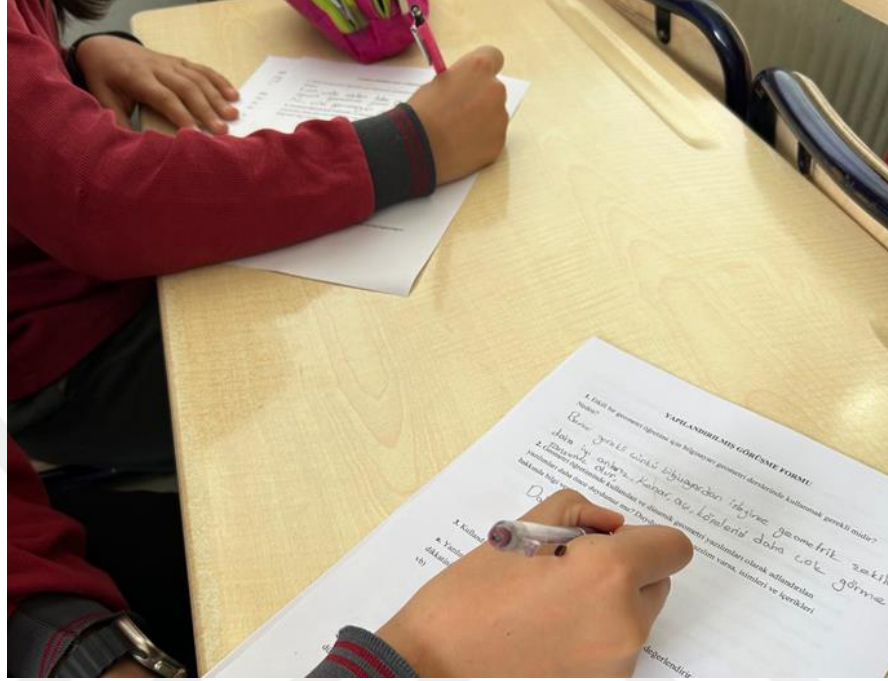


Şekil 5 (Devamı)

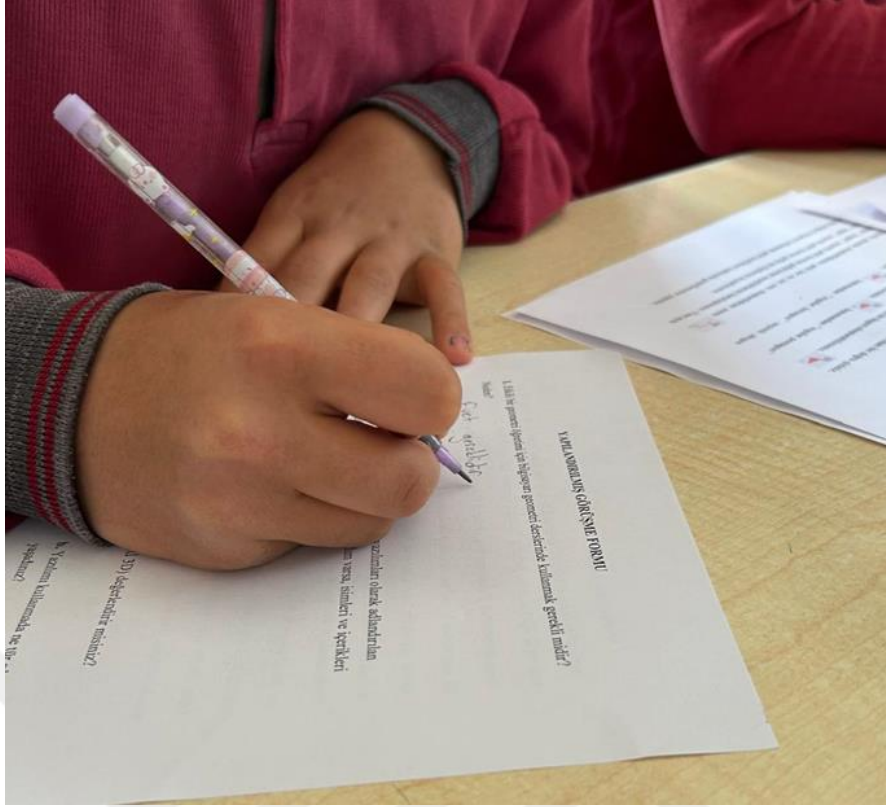


Çalışmanın nihai aşamasında, öğrencilerin Cabri 3D ile matematik öğrenmeye yönelik bireysel görüşlerini sistematik bir şekilde belirlemek üzere, önceden hazırlanmış yapılandırılmış bir görüşme formu uygulamaya konulmuştur. Bu yöntem, elde edilen diğer bulguları destekleyici nitel veriler sağlamayı hedeflemiştir.

Şekil 6. Yapılandırılmış Görüşme Formu Uygulama Aşaması



Şekil 6 (Devamı)



Verilerin Analizi

Nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi kullanılarak, öğrencilerin Cabri 3D destekli öğrenme ortamına ilişkin görüşleri ve deneyimleri derinlemesine analiz edilmiştir. İçerik analizinde, benzerlik gösteren veriler belli başlı kavramlar ile temalar çerçevesinde aynı duruma getirilip okuyanın rahatlıkla anladığı şekilde yorumlanır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu bağlamda, görüşme formları aracılığıyla elde edilen nitel veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve veri setini anlamlı bir şekilde özetleyen kategoriler türetilmiştir. Kategorize etme sürecinde, katılımcı yanıtlarında sıklıkla tekrarlanan ve popülerlik gösteren ifadeler dikkate alınmış; benzer anlamlar taşıyan yanıtlar, ortak temalar etrafında birleştirilerek tutarlı bir kategori yapısı oluşturulmuştur. Seçilen kategorilerin, araştırma sorusunu cevaplamaya yönelik kavramsal çerçeveye uygun ve yorumlayıcı bir bakış açısı geliştirmeye elverişli olmasına özen gösterilmiştir. Nicel bir perspektifle desteklemek amacıyla, her bir kodun frekans değerleri hesaplanmış ve bulgular tablo halinde sunularak verilerin sistematik bir özeti sağlanmıştır.

Gözlem, bireylerin davranışlarını, etkileşimlerini ve toplumsal süreçleri kendi doğal bağlamları içinde sistematik olarak betimlemeyi amaçlayan nitel bir veri toplama yöntemidir (Patton, 2002). Bu yöntem, genel olarak yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere iki temel yaklaşım altında incelenir. Yapılandırılmamış gözlemde araştırmacı, önceden belirlenmiş katı bir plan olmaksızın, davranışları olduğu gibi ve doğal ortamlarında anlamayı hedefler. Bu

süreç, herhangi bir hipotezi test etmekten ziyade, gözlemlenen grubun veya kültürün derinlemesine keşfedilmesine olanak tanır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Bu tez çalışmasında veri toplama yöntemlerinden biri olarak gözlem ve doküman incelemesi kullanılmıştır. Araştırmanın doğal sınıf ortamında gerçekleştirilmesi ve öğrenci davranışlarını herhangi bir müdahalede bulunmadan incelemeyi amaçlaması nedeniyle, yapılandırılmamış gözlem tekniği benimsenmiştir. Bu kapsamda araştırmacı, her dersin sonunda sınıf içi öğretim faaliyetlerine ve öğrenci etkileşimlerine dair detaylı gözlem notları tutmuş ve bu notlar nitel veri analizinin temelini oluşturmuştur.

Çalışmada ayrıca, doküman incelemesi yöntemine de başvurulmuştur. Nitel araştırmalarda doküman incelemesi, bağımsız bir veri toplama aracı olabildiği gibi, gözlem ve görüşmelerden elde edilen bulguları derinlemesine desteklemek ve zenginleştirmek amacıyla da kullanılabilir (Maykut & Morehouse, 1994, s. 106). Bu bağlamda, öğrencilerin sınıf içi etkinlikler ve bireysel görüşmeler sırasında kullandıkları çalışma kâğıtları birincil veri kaynağı olarak değerlendirilmiş ve bu dokümanlar içerik analizine tabi tutularak araştırmanın veri setine katkı sağlamıştır.

Araştırmacı Rolü

Araştırmacı, bu çalışmada geleneksel bir veri toplayıcıdan ziyade çok yönlü bir katılımcı olarak hareket etmiştir. Süreç tasarımcısı olarak; araştırmacı tarafından, Cabri 3D yazılımının pedagojik tasarım ilkeleri göz önünde bulundurularak ve ortaöğretim matematik müfredatındaki geometri kazanımlarıyla doğrudan eşleştirilecek şekilde bir dizi ders planı geliştirilmiştir. Bu geliştirme sürecinde, öncelikle düzgün çokgenler, alan, hacim, açınım gibi konular analiz edilmiş ve her bir kazanım için Cabri 3D'nin sunduğu dinamik ve etkileşimli araçların (döndürme, ölçüm alma, kesit alma vb.) pedagojik olarak nasıl kullanılabileceği planlanmıştır. Hazırlanan ders planlarında, her bir etkinlik "keşfetme", "somutlaştırma" ve "genelleme" aşamalarını içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Uygulama aşamasında ise, dersler öncelikle yazılımın temel araçlarının tanıtıldığı kısa bir oryantasyonla başlamış, ardından öğrencilerin belirli bir geometrik problemi veya kavramı doğrudan yazılım üzerinde manipüle ederek keşfettikleri, öğretmenin ise rehberlik ettiği bir yaklaşım izlenmiştir. Bu sayede Cabri 3D, dersin merkezine entegre edilerek soyut matematiksel kavramların somut ve görsel bir deneyimle anlaşılması hedeflenmiştir. Kavramsal hazırlık olarak DGY üzerine literatür taraması gerçekleştirmiştir ve uluslararası uygulama örneklerini incelemiştir. Öğretmen ve yönlendirici olarak 6 haftalık uygulama sürecinde 24 ders saati rehberlik yapmıştır.

Bu kapsamlı araştırmacı rolü, çalışmanın hem metodolojik sağlamlığını hem de pedagojik etkililiğini garanti altına almıştır. Araştırmacının çok yönlü katılımı, uygulamanın gerçek sınıf koşullarında etkin şekilde yürütülmesini ve verilerin güvenilir şekilde toplanmasını sağlamıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel bir araştırmada öğrenme ortamına dair geçerlik (inandırıcılık) için veri üçgenlemesi (gözlem, görüşme ve öğrenci ürünlerinin aynı anda değerlendirilmesi), uzun süreli katımlı gözlem (Cabri 3D uygulamasının tüm aşamalarının takip edilmesi) ve araştırmacının yansıtıcı günlük tutması gibi önlemler alınırken; güvenilirlik için ham verilerin ve analiz protokollerinin sistematik saklanması ve araştırma sürecinin şeffaf bir şekilde raporlaştırılması gibi yöntemler kullanılmaktadır. Köy okulunda yürütülen bu araştırmada, iç geçerliği güçlendirmek amacıyla uygulama süreci boyunca değişken kontrolü titizlikle sağlanmıştır. Süreç boyunca uygulamanın süresi, uygulamayı gerçekleştiren öğretmen ve kullanılan pedagojik dil değişmemiş; böylece ortaya çıkabilecek sonuçların bu dış etmenlerden etkilenmesinin önüne geçilmiştir. Ayrıca, köy okulunun sosyal yapısından kaynaklanan bir avantaj olarak, katılımcı öğrencilerin hiçbirisi uygulama süresi boyunca devamsızlık yapmamış ve tüm veri seti eksiksiz bir şekilde oluşturulabilmiştir. Bu durum, çalışmanın tamamlayıcı veri kaybı yaşanmadan yürütülmesine ve sonuçların bütün katılımcıları kapsayacak şekilde genellenebilirliğine önemli bir katkı sağlamıştır.

Nitel araştırmalarda geçerlik, bulguların ne ölçüde gerçeği yansıttığı ve katılımcıların deneyimlerine ne kadar uygun olduğuyla ilgilidir. Geçerliği artırmak için şu stratejiler kullanılır. Bunlardan biri de veri üçgenlemesidir. Veri üçgenlemesi, farklı kaynaklardan (görüşmeler, gözlemler, belgeler) veri toplayarak tutarlılık sağlanır. Yöntem üçgenlemesi ile de birden fazla nitel yöntem (örneğin, görüşme + içerik analizi) kullanılarak yapılan bir çalışmada geçerlilik sağlanır. Araştırmacı da geçerlik için bu önlemleri almıştır. Verileri ve bağlamı detaylı şekilde açıklamıştır. Böylece okuyucu sonuçların geçerliliğini değerlendirebilir. Özetle, bu çalışmada veri üçgenlemesi sayesinde CABRI 3D'nin öğrenme sürecine etkisi daha kapsamlı ve güvenilir bir şekilde ortaya konmuştur.

Nitel araştırmalarda güvenirlilik, verilerin ve analizin tutarlı ve tekrarlanabilir olmasıyla ilgilidir. Kodlama şemaları ve analiz süreci açıkça raporlanır, böylece başka araştırmacılar benzer sonuçlara ulaşabilir. Miles ve Huberman (1994), nitel araştırmalarda güvenirliliği (reliability) ölçmek için basit ve pratik bir formül önermiştir. (Güvenirlilik = Görüş Birliği/ (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) × 100). Bu formül, kodlayıcılar arası uyum (inter-coder

agreement) hesaplamak için kullanılır ve nicel bir güvenilirlik göstergesi sağlar. %70 ve üzeri kabul edilebilir, ancak %80 ve üzeri idealdir (Miles & Huberman, 1994).

Araştırmacı güvenilirlik sağlamak için Miles ve Huberman formülü uygulamıştır. Aynı branştan bir öğretmen arkadaşını ikinci bir kodlayıcı olarak seçmiş ve yapılan analiz sonucunda güvenilirlik oranını % 83.33 bulmuştur. İlgili tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1. *Miles ve Huberman Güvenilirlik Formülü*

Metin Parçası	Kodlayıcı A	Kodlayıcı B	Uyuşma Durumu
‘ Etkili bir geometri öğretimi için bilgisayar desteği gerekli’	‘ Gereklilik’	‘ Gereklilik’	Evet
‘Şekilleri deftere çizmek yerine uygulamada yapmak daha kolay’	‘Öğrenme Kolaylığı’	‘ İşlevsellik’	Hayır
‘Daha önce DGY duymadım’	‘Bilgi Eksikliği’	‘Bilgi Eksikliği’	Evet
‘Cabri 3D kullanırken İngilizce olması zorladı’	‘Dil Zorluğu’	‘Dil Zorluğu’	Evet
‘Görseller dikkatimi çekti, hoşuma gitti’	‘Olumlu Yön’	‘Olumlu Yön’	Evet
‘Cabri 3D ile konuyu daha iyi anladım’	‘Anlama Kolaylığı’	‘Anlama Kolaylığı’	Evet

Araştırmacının aldığı; aydınlatılmış onam formlarının kullanımı, katılımcıların isimlerinin kodlanması, verilerin güvenli saklanması, bulguların raporlanmasında nesnellik geçerlik ve güvenilirliği desteklemiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin sanal gerçeklik uygulamaları ile geometri öğretimine yönelik görüşlerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada kullanılan çalışma kağıtları, gözlem formu, yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgulara ve bulguların yorumlarına bu bölümde yer verilmiştir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda, düzgün çokgenlerin kenar ve açı özellikleri ile alan bağıntılarının üç boyutlu ortamda görselleştirilmesine yönelik kavramları içeren Cabri 3D uygulamaları için dinamik çalışma yaprakları geliştirilmiştir. Bu çalışma yapraklarının temel işlevi, öğrencilerin keşfederek öğrenme sürecine rehberlik etmek ve geometrik bilgiye kendi etkinlikleriyle ulaşmalarını sağlamaktır. Öğrencilerin Cabri 3D yazılımında gerçekleştirdikleri bu uygulamalar, aynı zamanda onların konuyu kavrama süreçlerini ve geometrik kavramları anlama düzeylerine ilişkin zengin veriler sunan birer veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, 7.sınıf düzeyinde öğrencilerle üç etkinlik yapılmıştır.

Tablo 2. *Dinamik Çalışma Kağıtlarındaki Etkinliklerin Konu İçeriği*

Etkinlik 1	Çokgen çizme, çizilen çokgenin kenar ve özelliklerini bulma
Etkinlik 2	Çokgenleri alan ölçülerinden hareketle alan bağıntısı kurma
Etkinlik 3	Çokgenlerden prizmalar üretme ve açınımlarına ulaşmak

Geliştirilen çalışma kağıtları, öğrencilerin düzgün çokgenlere ilişkin kavramsal bilgiye ulaşmalarında sistematik bir keşif süreci yürütmelerini sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu yapılandırılmış yaklaşım sayesinde, öğrenme sürecinin her aşaması tutarlı bir şekilde gözlemlenebilmiş; konuların öğrenciler tarafından kavranış biçimleri, karşılaşılan zorluklar ve geometrik ilişkilerin anlaşılabilirlik düzeyi hakkında derinlemesine veriler elde edilmiştir.

Gözlem Verilerine İlişkin Bulgular

Öğrenciler, Cabri 3D yazılımı kullanarak çizim yapmanın geleneksel defter çizimine kıyasla daha erişilebilir ve kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Kağıt üzerinde çizim yaparken zihinsel canlandırma güçlüğü yaşayan ve bu nedenle hata yapan öğrenciler, sanal ortamda yapılan etkileşimli uygulamalar sonrasında öğrenme süreçlerinin daha verimli geçtiğini ifade etmişlerdir. Konunun sanal gerçeklik uygulamalarıyla desteklenmesinin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı, ayrıca bilgisayar destekli öğrenme ortamlarının derse yönelik ilgi ve

katılımı olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Elde edilen bu bulgular ve gözlem formundaki kriterler doğrultusunda, araştırmacı tarafından öğrencilerin davranışsal ve duyuşsal eğilimlerini özetleyen sistematik bir tablo oluşturulmuş; orijinal gözlem maddelerinin anlam bütünlüğü korunarak yapılandırılmış ve değerlendirme verileri tutarlı bir şekilde raporlanmıştır. Etkinliklerde yer alan form maddeleri, araştırmacı tarafından özenle tasarlanmıştır. Bu maddeler, öğrencilerde gözlemlenmesi hedeflenen davranışları yansıtacak ve araştırılan konuyu temsil eden tematik boyutlar çerçevesinde yapılandırılmıştır.

Tablo 3. *Etkinlik 1 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları*

	Form Maddeleri İçeriği	f
Etkinlik 1	Programın kullanım şeklini anlama	13
	Arkadaşlarına saygılı olma	19
	İşlem adımlarını takip etme	17
	Etkinliğe katılımda isteklilik	21
	Yazılım kullanmada zorlanma	15
	Etkinliği tekrar tekrar yapmak isteme	20
	Konuyu kavrama açıklamaları	17
	Etkinlikten keyif alma	21
	Sanal gerçeklik uygulamalarını sonraki derslerde kullanmak istemek	20
	Benzer etkinliklere katılımda isteklilik	20

Tablo 3'te görüldüğü üzere öğrencilerin yarısından fazlası programı aktif olarak kullanmıştır. Bu, uygulamanın benimsenme düzeyinin yüksek olduğunu gösterir. Öğrencilerin farklı seviyelerde olmasına rağmen (heterojen gruplar), grup çalışmasında birbirlerine saygı ve sabırla yaklaşmışlardır. Bu, sosyal öğrenme becerilerinin desteklendiğini yansıtır. Çalışma kağıtlarındaki görsel ve yazılı adımların takip edilme oranı yüksektir. Görsel materyallerin öğrencilerin dikkatini çektiği ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı vurgulanmıştır. Bilgisayar tabanlı olması ve görsel unsurlar içermesi, öğrencilerin etkinliğe istekli katılımını artırmıştır. Teknoloji entegrasyonunun motivasyonu olumlu etkilediği görülmektedir. Yazılımın tamamen İngilizce olması, öğrencilerin kullanımını zorlaştıran bir faktör olarak belirtilmiştir. Bu, özellikle dil becerisi düşük öğrenciler için bir dezavantaj yaratmış olabilir. Öğrencilerin etkinliği tekrar denemek istemeleri ve gelecek derslerde Cabri 3D uygulamalarına yönelik talep göstermeleri, uygulamanın ilgi çekici ve öğretici bulunduğunu gösterir. Bu, teknoloji destekli öğrenmeye yönelik pozitif bir tutumu yansıtır.

Etkinlikler arasında konusal içerik farklılıkları bulunmakla birlikte, öğrencilerin Cabri 3D yazılımına yönelik teknik ve pedagojik adaptasyonlarının her bir uygulama sonrasında artacağı ve yazılıma ilişkin algılarında olumlu yönde bir gelişim kaydedileceği öngörülmüştür. Bu nedenle, her bir etkinlik yeni bir gözlem birimi olarak ele alınmış ve gözlem formunda yer alan tüm maddeler, etkinlik bazlı olarak frekans değerleriyle değerlendirilerek süreçsel bir analiz olanağı sağlanmıştır. Form maddeleri, araştırmacı tarafından özenle tasarlanmıştır. Bu maddeler, öğrencilerde gözlemlenmesi hedeflenen davranışları yansıtacak ve araştırılan konuyu temsil eden tematik boyutlar çerçevesinde yapılandırılmıştır.

Tablo 4. *Etkinlik 2 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları*

	Form Maddeleri İçeriği	f
Etkinlik 2	Programın kullanım şeklini anlama	15
	Arkadaşlarına saygılı olma	19
	İşlem adımlarını takip etme	17
	Etkinliğe katılımda isteklilik	20
	Yazılım kullanmada zorlanma	15
	Etkinliği tekrar tekrar yapmak isteme	20
	Konuyu kavrama açıklamaları	15
	Etkinlikten keyif alma	21
	Sanal gerçeklik uygulamalarını sonraki derslerde kullanmak istemek	20
	Benzer etkinliklere katılımda isteklilik	20

Tablo 4'teki verilere göre, öğrencilerin programı kullanma ve anlama becerilerinde gelişim gözlemlenmiştir. Etkinlik 1'e kıyasla, öğrencilerin programın kullanım şeklini anlama seviyesi daha iyi durumdadır. Öğrenciler programa alıştıkça ve pratik yaptıkça hakimiyetlerinin artacağı öngörülmektedir. Etkinlik 2'de, öğrenciler adımları takip etme konusunda kendilerini geliştirmişlerdir. Ancak yeni butonlarla karşılaşmaları (Cabri 3D'de), yazılımı kullanırken biraz zorlanmalarına neden olmuştur. Buna rağmen, katılım oranı aynı kalmıştır, bu durum ise motivasyonlarının sürdüğünü göstermektedir. Etkinlik 2, yorumlama ve kavramsal çıkarımlar gerektirdiği için, öğrencilerin ön bilgi eksikliği nedeniyle kavram açıklamalarında küçük bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum, bazı öğrencilerin soyut düşünme veya konuya hazırlıksız yaklaşımlarından kaynaklanıyor olabilir. Etkinlikten keyif alma, tekrar yapma isteği ve katılımda isteklilik yüksek seviyede kalmıştır. Bu da, teknoloji destekli öğrenmenin öğrenciler üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Form maddeleri, araştırmacı tarafından

özenle tasarlanmıştır. Bu maddeler, öğrencilerde gözlemlenmesi hedeflenen davranışları yansıtacak ve araştırılan konuyu temsil eden tematik boyutlar çerçevesinde yapılandırılmıştır.

Tablo 5. Etkinlik 3 İçin Gözlem Formu Maddelerinin Gerçekleşme Frekansları

	Form Maddeleri İçeriği	f
Etkinlik 3	Programın kullanım şeklini anlama	17
	Arkadaşlarına saygılı olma	19
	İşlem adımlarını takip etme	18
	Etkinliğe katılımda isteklilik	21
	Yazılım kullanmada zorlanma	15
	Etkinliği tekrar tekrar yapmak isteme	20
	Konuyu kavrama açıklamaları	17
	Etkinlikten keyif alma	21
	Sanal gerçeklik uygulamalarını sonraki derslerde kullanmak istemek	20
	Benzer etkinliklere katılımda isteklilik	21

Tablo 5'teki veriler, öğrencilerin Cabri 3D kullanım becerilerinde belirgin bir ilerleme kaydettiğini ve prizma açınımları konusunda somut kazanımlar elde ettiğini göstermektedir. Pratik yapma sayısı arttıkça, öğrenciler programı daha rahat ve etkili kullanmaya başlamıştır. İşlem adımlarını uygulamak önceki etkinliklere göre daha kolay hale gelmiştir, bu da öğrenme eğrisinin olumlu yönde ilerlediğini gösterir. Prizma açınımları, geleneksel yöntemlerle (deftere çizme/hayal etme) öğrencilerin en çok zorlandığı konulardan biri olmasına rağmen, Cabri 3D ile somutlaştırıldığında; tüm öğrenciler için anlaşılır hale gelmiş, ilgi çekici ve etkileyici bulunmuş, kavramsal anlama düzeyi diğer etkinliklere kıyasla en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Etkinlik 2'ye kıyasla, öğrencilerin bilgiyi yorumlama ve analiz etme becerilerinde ilerleme kaydedilmiştir. Bu durum, tekrarlanan uygulamaların ve görsel öğrenme araçlarının soyut kavramları anlamada ne kadar kritik olduğunu vurgulamaktadır. Öğrencilerin en çok keyif aldıkları etkinlik olmuştur. Yüksek katılım oranı ve istekli tekrarlar, öğrenme sürecinin eğlenceli ve etkili tasarlandığının bir göstergesidir.

Yapılandırılmış Görüşme Verilerine İlişkin Bulgular

Araştırmada, öğrencilerin geometri öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı öğrenme ortamlarına ilişkin deneyimlerini ve algılarını derinlemesine incelemek amacıyla yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Bu formlarda, söz konusu yöntemin matematik derslerine olan katkısının nasıl değerlendirildiği ve benzer uygulamaların diğer ders konularına entegrasyonuna yönelik öğrenci görüşleri sistematik olarak sorgulanmıştır. Elde

edilen nitel verilerin analizi sonucunda, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun dinamik yazılım tabanlı öğrenme sürecini etkili ve motive edici bulduğu, özellikle soyut kavramların somutlaştırılması ve üç boyutlu düşünme becerisinin gelişimi açısından anlamlı katkılar tespit edildiği ortaya konmuştur.

Veri analizi sürecinde, yapılandırılmış görüşme formundaki soru sırası dikkate alınarak elde edilen nitel veriler, anlamlı tematik bütünlükler oluşturacak şekilde kategorize edilmiş ve kodlanmıştır. Kategorize etme sürecinin ardından, bu kategoriler frekans değerlerine göre istatistiksel olarak sıralanmış ve yorumlanmıştır.

Tablo 6. *Görüşme Formu Birinci Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları*

Kategori	Kod	Öğrenci Görüşlerinden Örnekler	f
Gereklilik	Gerekli	"Geometri öğretiminde kolay öğrenme için bilgisayar kullanımı gerekli"	21
	Gerekli Değil	"Kolay öğrenme için bilgisayar kullanımı gerekli değil"	2
Öğrenme Kolaylığı	Görsel Avantaj	"Şekilleri sanal ortamda görmek daha avantajlı", "Zihinde canlandırma daha kolay"	7
Motivasyon	Eğlenceli Bulma	"Bilgisayarla öğrenme daha eğlenceli"	6
	İlgi Çekici	"Geleneksel yöntemlere göre daha ilgi çekici"	5
Teknolojik Avantaj	Etkileşimli Öğrenme	"Şekillerle etkileşim kurarak öğrenme sağlıyor"	4
Eleştiriler	Kullanışsız Bulma	"Kullanışlı bulmadım", "İlgimi çekmedi" (2 öğrenci)	1
	Teknik Zorluklar	"Bazı uygulamaları kullanmak zor"	1

Tablo 6’da görüldüğü üzere yapılandırılmış görüşme formunun ilk sorusu analiz edilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu geometri öğretiminde bilgisayar kullanımını gerekli görmektedir. Yine öğrencilerin çoğu bilgisayar destekli öğrenmenin görsel avantajlarına dikkat çekmiştir. Öğrencilerin çoğu bu yöntemi daha eğlenceli bulduklarını belirtmiştir. Soyut-Somut İlişkisi: Öğrenciler soyut kavramların somutlaştırmasına yardımcı söylemiştir. Azınlık görüşleri olarak öğrencilerden biri bilgisayar ve sanal gerçeklik ortamlarının ilgisini çekmediğini söyleyerek klasik eğitimden yana bir görüş belirtmiştir.

Tablo 7. Görüşme Formu İkinci Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları

Ana Tema	Kod	Öğrenci Görüşlerinden Örnekler	Frekans (n)
Farkındalık Düzeyi	Hiç Duymamış	"Hayır, duymadım", "Bilim yok"	22
	Duymuş	"Geogebra'yı duydum"	1
Bilinen Yazılımlar	Geogebra	"Geogebra isimli bir programı duydum"	1
	Diğer Yazılımlar	-	0
İçerik Bilgisi	Detaylı Bilgi Yok	"İçerik hakkında bilim yok"	23

Görüşme formunun ikinci sorusuna uygulamaya katılan 23 öğrenciden 22 tanesi duymadığını ve bilgisi olmadığını söyleyerek cevap vermiştir. Öğrencilerden sadece bir tanesi daha önce Geogebra isimli bir uygulamayı duyduğunu söylemiştir.

Tablo 8. Görüşme Formu Üçüncü Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları

Ana Tema	Kodlar	Frekans	Öğrenci Görüşleri Örnekleri
Görsel Avantajlar	3D Görselleştirme	12	"Şekillerin üç boyutlu olması ve her yönden görebilme"
Kullanım Kolaylığı	Kolay şekil oluşturma	16	"Deftere çizim yapmaktan daha kolay"
Öğrenme Deneyimi	Eğlenceli bulma	8	"Dersi daha eğlenceli hale getirmesi"
	Somutlaştırma	6	"Zihinde canlandırmama yardımcı"
Arayüz Sorunları	İngilizce arayüz	23	"Program dilinin İngilizce olması zorluk yarattı"
Kullanım Zorluğu	Genel kullanım zorluğu	2	"Program bana zor geldi"
Motivasyon Eksikliği	İlgi çekmeme	1	"İlgimi çekmedi"

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin çoğu görsel olarak şekillerin dikkatlerini çektiğini, şekillerin üç boyutlu olmasının ve her yönden görebilmelerinin ilgilerini çektiğini, eğlenceli geldiğini söylemişlerdir. Formül kullanmadan veya ezber yapmadan şekillerin özellik bilgilerini görebildiklerini, şekil oluşturma deftere çizim yapmaktan kolay olduğunu yani uygulamanın kullanışlılığının fazla olduğunu söylemişlerdir. Yine 2 öğrenci kullanışlı bulmamış programın kendisine zor geldiğini belirtmiştir. Diğer bir öğrenci ise ilgisini çekmediğini belirtmiştir. Genel olarak yaşanan zorluk olarak program dilinin İngilizce olması öğrencilere zorluk çekmiştir.

Tablo 9. *Görüşme Formu Dördüncü Soruya Ait Cevapların Kategorik Frekansları*

Ana Tema	Frekans	Yüzde	Tipik Öğrenci Yorumları
Olumlu Görüş (Evet)	21	%91.30	"Geometriyi daha iyi anladım", "Eğlenceli ve akılda kalıcı"
Olumsuz Görüş (Hayır)	2	%8.69	"Klasik yöntemler daha iyi"

Tablo 9'a bakıldığında bu soruya öğrencilerin çoğu evet cevabını vermiştir. İçlerinden az bir kısmı klasik yöntemlerin daha iyi olduğunu söylemiştir. Öğrenciler akılda kalıcılık, çizimde kolaycılık ve geometrik şekillerin anlaşılmasını kolaylaştırdığını söylemiştir. Geometri konularını Cabri 3D uygulaması sonrasında daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Eğlenceli yönünü sevmişlerdir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Araştırma çerçevesinde ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin geometri öğretiminde geometrik cisimler konusunun sanal gerçeklik uygulamaları ile öğretimine yönelik öğrenci görüşleri incelenmiştir. Araştırmanın amacına ve araştırma sorusuna yönelik yürütülen çalışmadan elde edilen bulgular bir önceki bölümde verilmiştir. Bu bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar sunulmuş ve bu sonuçlar alanyazındaki çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Matematik ve geometri, soyut kavramlar içeren disiplinlerdir. Çizim yapma, formül ezberleme gibi geleneksel öğretim yöntemleri öğrenme sürecinde öğrencilerin konuları içselleştirmesini zorlaştırmaktadır. Diğer yandan dinamik yazılımlar sayesinde; üç boyutlu cisimlerin hareketli gösterimi (örneğin, bir küpün açınımının dinamik olarak katlanması), geometrik şekillerin farklı perspektiflerden incelenmesi, formüllerin görselleştirilerek somutlaştırılması mümkün hale gelmektedir. Bu durum, özellikle uzamsal zekası gelişmemiş öğrenciler için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Edwards ve Quesada (2007) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, dinamik geometri yazılımının görselleştirme kapasitesi sayesinde öğrencilerin üç boyutlu geometrik cisimleri daha etkili bir şekilde zihinsel modelleme yapabildikleri ve algılanması güç olan şekiller arasındaki ilişkileri anlamlandırabildikleri belirtilmiştir. Demir ve Yılmaz (2020), yaptıkları çalışmada teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin derse olan ilgisini artırdığını, aktif katılımı teşvik ettiğini ve öğrenme sürecini daha etkileşimli hale getirdiğini belirtmiştir. Dahan (2008) tarafından yürütülen araştırmada, Cabri 3D kullanılarak oluşturulan çalışma ortamlarının özel model geliştirme sürecinde kısa ve uzun vadede etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Ateş ve Karal (2019) tarafından yapılan araştırmalar, dijital öğrenme araçlarının öğrencilerin keşfetme davranışını desteklediğini, soru sorma becerilerini geliştirdiğini ve öğrenmeyi daha eğlenceli bir sürece dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Şahin vd. (2021), teknoloji entegrasyonunun eğitimde öğrenci motivasyonunu artırdığını, derslere katılımı teşvik ettiğini ve öğrenme deneyimini zenginleştirdiğini vurgulamıştır. Smith (2010), Güneydoğu Amerika'da bir ortaokulda sekizinci sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği deneysel çalışmada; dinamik geometri yazılımı kullanan öğrencilerin, geleneksel yöntemle öğrenim gören akranlarına kıyasla istatistiksel

olarak anlamlı düzeyde daha fazla ve daha karmaşık matematiksel muhakemede bulunduklarını göstermiştir.

Araştırmanın problemi, “7. sınıf öğrencilerinin düzgün çokgenler ve özellikleri konusunun öğretiminde, Cabri 3D ile desteklenen sanal gerçeklik uygulamasına yönelik olumlu ve olumsuz görüşleri nelerdir?” sorusunu içermektedir. Bu probleme ilişkin öğrenci görüşlerinin analizi, katılımcıların büyük çoğunluğunun Cabri 3D yazılımının geometri öğrenimini önemli ölçüde kolaylaştırdığını düşündüğünü ortaya koymuştur. Özellikle, üç boyutlu geometrik şekillerin etkileşimli bir ortamda incelenebilmesi ve cisimlerin açınımlarının somutlaştırılabilmesi, öğrencilerin hem ilgisini çekmiş hem de kavramsal anlamalarını güçlendirmiştir. Öğrenciler, geleneksel kâğıt-kalem yöntemlerine kıyasla daha hızlı ve doğru çizimler yapabildiklerini, şekil özelliklerini daha rahat kavrayabildiklerini ve soyut kavramları zihinlerinde canlandırma konusunda belirgin bir gelişme gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, katılımcıların %90'ından fazlası, bu tür teknolojik entegrasyonların dersleri daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirdiğini belirtmiştir.

Ulaşılan bu bulgular, alanyazındaki ilgili çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Özcan ve Aydın (2020) çalışmasında, dinamik geometri yazılımlarının üç boyutlu şekillerin anlaşılmasını kolaylaştırdığını, özellikle geometrik cisimlerin açınımlarının somutlaştırılmasının öğrenci motivasyonunu artırdığını vurgulamıştır. Aynı çalışmada, öğrencilerin geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkili ve doğru çizimler yapabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Güven ve Argün (2018) dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin uzamsal muhakeme becerilerini geliştirdiğini ve soyut kavramların somutlaştırılması yoluyla öğrenme sürecini desteklediğini belirtmiştir. Söz konusu çalışmada, Cabri 3D gibi etkileşimli araçlarla yapılan uygulamaların geleneksel yöntemlere göre daha kalıcı bir öğrenme sağladığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, mevcut araştırmanın sonuçları da dinamik geometri yazılımlarının matematik eğitimindeki olumlu etkisini destekler niteliktedir.

Araştırmacı yaptığı çalışmada öğrencilerin tamamına yakını (%100), programın İngilizce olmasının kullanımı zorlaştırdığını belirtmiştir. Bazı öğrenciler, ilk başta yazılımın araç çubuklarını ve işlevlerini anlamakta zorlandıklarını ifade etmiştir. Etkinlik 1 ve etkinlik 3 arasında öğrencilerin Cabri 3D yazılımını kullanabilme yüzdeleri yine artış göstermiş, ne kadar çok pratik yapılırsa o kadar rahat kullanılacağı sonucuna varılmıştır. Araştırma bulguları, Cabri 3D yazılımının kullanım becerilerinin pratik yapma süresiyle doğru orantılı olarak arttığını ortaya koymaktadır. Yılmaz ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin Cabri 3D yazılımını kullanabilme yeterliliklerinin zamanla geliştiği ve düzenli uygulama yapan öğrencilerin yazılıma daha hakim oldukları belirlenmiştir.

Aynı araştırmada, bu yazılımın kullanıldığı derslerde geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrencilerin daha fazla soru sorduğu ve sınıf içi tartışmalara daha aktif katıldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, Demirci ve Öztürk'ün (2019) çalışmasıyla da paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada, dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin derse katılımını artırdığı ve kavramsal tartışmaları teşvik ettiği vurgulanmıştır.

Soyut kavramların somutlaştırılması açısından bakıldığında özellikle prizma açınımları gibi zorlayıcı geometrik kavramların dinamik yazılımlarla etkili bir şekilde öğretilebileceğini ortaya koymaktadır. Kaya ve Şahin'in (2020) çalışmasında, Cabri 3D gibi dinamik geometri yazılımlarının soyut kavramları görselleştirmedeki rolü vurgulanmış ve bu tür araçların öğrencilerin zihinsel model oluşturmalarını kolaylaştırdığı belirtilmiştir.

Araştırma bulguları, öğrencilerin sanal ortamda şekillerin özelliklerini kendilerinin keşfetmesinin, geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha kalıcı öğrenme sağladığını göstermektedir. Arslan ve Durmaz (2019) bu durumu, "yaparak öğrenme" (learning by doing) sürecinin doğal bir sonucu olarak yorumlamakta ve dinamik yazılımların keşfetme temelli öğrenmeye olan katkısını vurgulamaktadır. Öztürk vd. (2021) tarafından yapılan bir anket çalışmasında, öğrencilerin %78'inin bu tür yazılımların diğer matematik konularında da kullanılmasını istediği, %65'inin ise fizik ve kimya gibi fen derslerinde benzer uygulamaların yararlı olacağını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Ayrıca Akar ve Yıldırım (2018)'in çalışması, öğrencilerin sanal gerçeklik uygulamalarına yönelik bu istekliliğinin altında yatan nedenleri üç başlıkta toplamıştır: (1) Kavramların daha anlaşılır hale gelmesi, (2) Derslerin daha eğlenceli bir hal alması, (3) Öğrenme sürecine aktif katılımın artması. Bu bulgular, teknoloji entegrasyonunun öğrenci motivasyonu ve akademik başarı üzerindeki olumlu etkilerini bir kez daha doğrulamaktadır.

Etkinlik 1 den başlayarak etkinlik 3'ün uygulanmasının ardından öğrencilerin isteyerek etkinliğe katılma yüzdeleri artmış, aldıkları keyif açıkça görülmüştür. Özetle öğrenciler sanal gerçeklik uygulamalarının derslerde aktif olarak kullanılmasını istediklerini ve geometrik konuları öğrenmelerinde büyük oranda katkı sağladığını söylemişlerdir.

Bu çalışmanın bulguları, sanal gerçeklik ve DGY'nin matematik eğitimindeki olumlu etkilerini destekleyen diğer araştırmalarla uyumludur. Altun ve Kahveci (2019), öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde sanal gerçekliğin geometri başarısını artırdığını belirtmiştir. Smith (2010), dinamik geometri yazılımı kullanan öğrencilerin, geleneksel yöntemle öğrenim gören akranlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla ve daha karmaşık matematiksel muhakemede bulunduklarını göstermiştir. Dahan (2008) tarafından yürütülen araştırmada, Cabri 3D kullanılarak oluşturulan çalışma ortamlarının özel model geliştirme

sürecinde kısa ve uzun vadede etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Gürbüz ve Gülburnu (2013), Cabri 3D'nin öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Topraklıkoğlu (2025), Metaverse tabanlı geometri öğretiminin öğrenci motivasyonunu yükselttiğini ifade etmiştir. Ancak, bu çalışmada İngilizce arayüz sorunu, öğrencilerin adaptasyon sürecini yavaşlatmıştır. Bu durum, Türkçe destekli veya yerelleştirilmiş yazılımların kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

Bu araştırmanın bulguları, Cabri 3D'nin ortaokul geometri öğretiminde etkili bir öğretim aracı olarak kullanılabileceğini desteklemektedir. Erbaş ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışma, dinamik geometri yazılımlarının özellikle ortaokul düzeyindeki öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirmede önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin görselleştirme, keşfetme ve motivasyon açısından olumlu kazanımlar elde ettiği görülmüştür. Tatar ve Dikici (2019)'nın belirttiği gibi, bu yazılımlar geometrik kavramların somutlaştırılmasında kritik bir rol oynayarak öğrencilerin zihinsel temsiller oluşturmasını kolaylaştırmaktadır. Gelecekte daha geniş örneklerle ve farklı konularda yapılacak çalışmalar, teknoloji destekli matematik eğitiminin etkililiğini daha da netleştirecektir.

Öneriler

Günümüz dijital çağında, teknolojinin eğitim süreçlerine entegrasyonu bir tercihten ziyade pedagojik bir zorunluluk haline geldiği düşünülmektedir. Özellikle matematik ve geometri gibi soyut kavramların ağırlıkta olduğu disiplinlerde, dinamik geometri yazılımları (DGY) ve sanal gerçeklik uygulamaları, öğrenme sürecini daha etkileşimli, kalıcı ve anlamlı hale getirmektedir. Bu bağlamda, Cabri 3D gibi yazılımların eğitim sisteminde yaygınlaştırılması, öğrencilerin akademik başarısı, motivasyonu ve uzamsal düşünme becerileri üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Ancak, dil sorunu, öğretmen yeterliliği ve erişim eşitsizliği gibi engellerin aşılması için politika düzeyinde kapsamlı stratejiler geliştirilmelidir.

Araştırma sürecinde Cabri 3D yazılımının İngilizce arayüzünün öğrenciler üzerinde oluşturduğu dil bariyeri, yerel ihtiyaçlara uygun çözümlerin gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, Türkçe arayüze sahip dinamik matematik yazılımlarının geliştirilmesi veya mevcut yazılımların Türkçe dil paketi ile desteklenmesi, öğrencilerin kullanım kolaylığını ve yazılıma adaptasyon sürecini önemli ölçüde iyileştirecektir. Ayrıca, yazılımlara erişimdeki sosyoekonomik eşitsizlikleri azaltmak amacıyla, açık kaynaklı ve web tabanlı alternatiflerin teşvik edilmesi önerilmektedir.

Gelecek araştırmalar için, bu çalışmanın kapsamını genişletecek çeşitli öneriler sunulabilir: Farklı sosyoekonomik düzeylerdeki okullarda karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak teknoloji entegrasyonunun etkisinin bağlamsal faktörlerle ilişkisi incelenebilir, Cabri 3D'nin akademik başarı ve motivasyon üzerindeki etkileri, uzun dönemli (en az bir akademik yıl) longitudinal çalışmalarla değerlendirilebilir, özel eğitim gereksinimi olan öğrenciler için adaptif sanal gerçeklik uygulamalarının tasarlanması ve bu uygulamaların bireyselleştirilmiş öğrenme süreçlerine katkısı araştırılmalıdır. Adaptif sistemlerin, ğrenci performansını gerçek zamanlı analiz ederek içeriği dinamik olarak uyarlayabilme potansiyeli, özel eğitimde verimliliği artırabilir. Artırılmış gerçeklik (AR) ve yapay zeka (AI) destekli öğrenme ortamlarının geometri öğretimine entegrasyonunun etkililiği multidisipliner çalışmalarla incelenebilir.

Sonuç olarak, öğrencilerin yenilikçi teknolojilere yönelik yüksek motivasyonu ve ilgisi, geleceğin eğitim ortamlarını şekillendirmede değerlendirilmesi gereken önemli bir veri kaynağıdır. Teknolojik entegrasyonun başarısı, ancak dilsel, teknik ve pedagojik engellerin aşılmasıyla mümkün olacaktır. Bu doğrultuda, politika yapıcılar, araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında iş birliği içeren bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir.

KAYNAKÇA

- Accascina, G., & Rogora, E. (2006). Using Cabri3D diyagrams for teaching. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13 (1), 11-22
- Akar, C. & Yıldırım, T. (2018). Sanal gerçeklik uygulamalarının öğrenci motivasyonuna etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(2), 89-112.
- Akaslan, D., Ernst, F. B., Sarıışık, G., & Erdoğan, S. (2018). Sanal gerçeklik uygulamaları için araştırma ve eğitim olanakları, *Turkish Studies*, 13(21), 1-20. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.13914>
- Akbaş, E. E. (2022). Matematik eğitimcilerinin gözünde teknolojinin yeri nedir?: Bir metafor çalışması. *Eğitimde Güncel Araştırmalar*.
- Akgül, A. (2014). *Ortaokul 6, 7 ve 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3D yazılımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi* (Tez No. 890762) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi- Elazığ]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akkuş, İ., Özhan, U. (2017). Matematik ve geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 19-33. <https://doi.org/10.29129/inujse.358421>
- Akman, E. (2019). *İlkokul matematik dersi kesirler konusunda geliştirilen sanal gerçeklik uygulamasının farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi* (Tez No. 587141) [Doktora tezi, Amasya Üniversitesi-Amasya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Alkan, C. (1997). *Eğitim Teknolojisi*. Anı Yayıncılık.
- Altun M. (2008). *İlköğretim ikinci kademe (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Aktüel Yayınları.
- Altun, H., Kahveci, G. (2019). The Effectiveness of Virtual Reality-Based Teaching Material on Geometry Related Problem Solving in Students with Learning Disabilities. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 13(1), 460-482. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.562047>
- Altun, H., & Kahveci, G. (2019). Sanal gerçeklik tabanlı öğretim materyalinin öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde geometriye dayalı problem çözme üzerine etkililiği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 460-482.
- Arslan, K. & Durmaz, B. (2019). Keşfetme Temelli Öğrenme ve Teknoloji Entegrasyonu. *Eğitim ve Bilim*, 44(199), 321-340.
- Astuti, NH, Rusilowati, A. ve Subali, B. (2021). Öğrencilerin fen bilimleri konusunda problem çözme yeteneklerini geliştirmek için STEM tabanlı öğrenme analizi: Bir literatür taraması. *Yenilikçi Bilim Eğitimi Dergisi*, 10 (1), 79-86.
- Ateş, M., & Karal, H. (2019). Dijital Öğrenme Ortamlarının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 17(2), 567-584.
- Aydın, B., & Doğan, M. (2012). Matematik öğretimi: Geçmişten günümüze matematik öğretimi önündeki engeller. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 89-95.

- Aydoğdu, A. S. E., Aydoğdu, M., Aktaş, V. (2022). Matematik Dersinde Bir Eğitim Aracı Olarak Sanal Müze Kullanımı. *International Journal of Social Science Research*, 11(1), 51-70.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. (5.cilt). Derya Kitabevi Yayınları.
- Baki, G. Ö. (2023). Matematik Eğitiminde Metaverse. *Eğitimde Metaverse: Kuram ve Uygulamalar*, 133.
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-15.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Barab, S. A., Hay, K. E., & Duffy, T. M. (1998). Grounded constructions and how technology can help. *Tech Trends-Washington DC*, 43, 15-23.
- Bayraktar, E., Kaleli, F. (2007, 31Ocak-2 Şubat). Sanal gerçeklik ve uygulama alanları.7. *Akademik Bilişim Konferansı, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya*.
- Bayraktar, B., Broutin, M. S. T., & Güneş, H. (2018). Cabri 3D kullanımının öğretmen adaylarının analitik geometri başarılarına etkisinin incelenmesi [Investigating the effect of Cabri 3D use on pre-service teachers' analytic geometry achievement]. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(2), 172-192.
- Buyruk-Akıl, Y. (2020). 8. sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki matematiksel başarıları ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ilişkisinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Martinez-Roig, R. (2021). Mixed augmented and virtual reality applied to the teaching of mathematics for architects. *Applied Sciences*, 11(15), 7125. <https://doi.org/10.3390/app11157125>
- Camargo, L., Samper, C., & Perry, P. (2007). Cabri's role in the task of proving within the activity of building part of an axiomatic system.
- Cha, S. & Noss, R. (2001). Dinamik geometri ile öğrencilerin yer anlayışının araştırılması. *İngiliz Matematik Öğrenme Araştırmaları Derneği Bildirileri*, 21 (3), 84-89.
- Clarou, P., & Laborde, C. (2000). Regards sur l'intégration de Cabri-Géomètre. In G.L. Baron, E. Bruillard & J-F. Lévy (Eds), *Les technologies dans la classe de l'innovation à l'intégration* (pp.101-110). Paris : INRP.
- Clarou, P., Laborde, C., & Capponi, B. (2001). *Géométrie avec cabri- scénarios pour le lycée*. Grenoble : CNDP.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (2.Edition). USA: SAGE Publications.
- Crilly, T. (2011). *Matematik Kullanım Kılavuzu* (E. Kılıç, Trans.). Aylak Kitap Yayınları.
- Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). FeTeMM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(3), 1077-1100.

- Çavas, B., Çavas, P. H., Can, B. T. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4). <http://www.tojet.net/articles/v3i4/3415.pdf>
- Çetinkaya, H. H., & Akçay, M. (2013, 23-25 Ocak). Eğitim ortamlarında arttırılmış gerçeklik uygulamaları. *XV.Akademik Bilişim Kongresi*, Antalya.
- Çilingir, E., & Artut, P. D. (2017). İlkokulda gerçekçi matematik eğitimi ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarısına, görsel matematik okuryazarlığına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 46(46), 1-19.
- Dahan, J. (2008). *Modelling with Cabri 3d to enhance a more constructivist approach to 3D geometry*. Paper presented at the ATCM Conference, http://atcm.mathandtech.org/EP2008/papers_full/2412008_15338
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., Uzoğlu, M., & Bozdoğan, A. (2012). Tablet Bilgisayarların Fen ve Teknoloji Derslerinde Kullanılmasıyla İlgili Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Görüşlerinin İncelenmesi/Examination Of Science Teachers' Opinions Related To Tablet Pcs Using In Science And Technology Courses. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 495-511.
- Dedeoğlu, N. Ç., Gülay, A. G. A. Ç., Erdoğan, G., & Koçak, C. (2016). MEB destekli sanal öğrenme nesnelerinin matematik öğretiminde etkili teknoloji kullanımı bağlamında incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 28-40. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/befdergi/issue/23140/247186>
- Değirmenci Kurt, A. (2022). *Sanal gerçeklik uygulamalarının öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin matematik başarılarına etkisi* (Tez No. 730837)[Doktora tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-Burdur]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demir, V. (2010). *Cabri 3d dinamik geometri yazılımının, geometrik düşünme ve akademik başarı üzerine etkisi* (Tez No.264093)[Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demir, K. & Yılmaz, A. (2020). Eğitimde Teknoloji Kullanımının Öğrenci Motivasyonuna Etkisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 45(203), 123-145.
- Demir, N., & Bilgin, E. A. (2021). Ortaokul 8. sınıf matematik dersinde oyun tabanlı öğretim yönteminin akademik başarıya ve tutuma etkisi. *E-International Journal of Educational Research*, 12(3), 28–48. <https://doi.org/10.19160/E-IJER.909639>
- Demirci, N. & Öztürk, M. (2019). Teknoloji destekli geometri öğretiminin öğrenci katılımına etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 678-695.
- Demitriadou, E., Stavroulia, K. E., & Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25(1), 381-401. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09973-5>
- Dömbekci, H. A., & Erişen, M. A. (2022). Nitel araştırmalarda görüşme tekniği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 141-160.
- Drijvers, P. (2010). Instrumentation in mathematics education. In C. Hoyle & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology-rethinking the terrain* (pp. 89-106).
- Drijvers, P. (2019). Embodied instrumentation: Combining different views on using digital technology in mathematics education. In *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 8-28). Utrecht University: Springer.
- Drijvers, P., Boon, P., & Van Reeuwijk, M. (2011). Algebra and technology. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary algebra education. Revisiting topics and themes and exploring the unknown* (pp. 179-202). Rotterdam: Sense.

- Durukan, A. (2018). *Sanal gerçeklikle zenginleştirilmiş öğrenme ortamının fen bilimleri öğretmen adayları üzerindeki etkilerinin incelenmesi* (Tez No. 525639) [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Edwards, M. T., & Quesada, A. (2007, February). Dueling (Dualing) solids: enhancing student and teacher geometrical understanding with CABRI 3D. In *Proceedings of the Nineteenth Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics (ICTCM)*.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., & Ersoy, Y. (2020). Dinamik Geometri Yazılımlarının Ortaokul Öğrencilerinin Geometri Başarısına Etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 45(201), 23-45.
- Erdoğan, H. (2018). *Gerçekçi matematik eğitime dayalı matematik öğretiminin akademik başarı, kalıcılık ve yansıtıcı düşünme becerisine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Erkuş, A. (2014). *Davranış bilimleri için bilimsel araştırma süreci*. Seçkin Yayıncılık.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik eğitimi-1: Gelismeler, politikalar ve stratejiler. *İlköğretim Online*, 2(1).
- Ertekin, E. (2014). Cabri 3D analitik geometride özel düzlemlerin öğretiminde etkili midir?. *Uluslararası Matematik Eğitim Çalışmaları Dergisi*, 1 (1), 27-36.
- Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 40–48.
- Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education, Monograph*, 3, 1-196.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Gillis, J. M. (2005). An investigation of student conjectures in static and dynamic geometry environments. [unpublished Doctoral Dissertation, Auburn University- USA]
- Gün, H. K., Işık, O. R., & Şahin, B. (2021). Oyunla öğretimin olasılık başarısına ve matematik dersine tutuma etkisi. *Mustafa Kemal University Journal of Faculty of Education*, 5(7), 263–276.
- Güneş, H. (2016). *Analitik geometri öğretiminde Cabri 3D kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi ve görüşlerinin değerlendirilmesi* (Tez No.445166)[Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi- Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gürbüz, R. (2008). Olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli bir materyal. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(15), 41-52. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/88124>
- Gürbüz, R., & Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3D'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 4(3).
- Güveli, E., & Baki, A. (2000). Bilgisayar destekli matematik eğitiminde matematik öğretmenlerinin deneyimleri.
- Güven, B. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Geometri Öğrenme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Güven, B. & 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.
- Güven, B., & Argün, Z. (2018). Geometri Öğretiminde Teknoloji Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 43(193), 89-104.
- Hacısalıhoğlu, H. H. , Mirasyedioğlu, Ş. , Akpınar, A. (2004). *Matematik Öğretimi*. Asil Yayın Dağıtım.
- Hazzan, O. ve Goldenberg E.P. (1997). Students' Understanding of the Notion of Function in Dynamic Geometry Environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1, 263-291. <https://doi.org/10.1007/BF00182618>
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2017). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283-319. <https://doi.org/10.1177/0735633117748416>
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y. ve Lavicza, Z. (2008). Ücretsiz dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile matematik öğretme ve öğrenme.
- Hollebrands, K. F. (2007). The role of a dynamic software program for geometry in the high school mathematics classroom. *Technology-Supported Mathematics Learning Environments*, 67, 53-68.
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi* (Tez No. 349085) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- J. W. Lai and K. H. Cheong, Adoption of Virtual and Augmented Reality for Mathematics Education: A Scoping Review. in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 13693-13703, 2022, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145991>
- Jerald, J., & Marks, R. (2016). Human-centered design for VR interactions. In *ACM SIGGRAPH 2016 Courses* (pp. 1-60).
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspects of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice* (pp. 121-139). RoutledgeFalmer.
- Kalay, H. (2015). *7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi* (Tez No. 407706) [Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi-Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, B. F. (2019). *Öğretmenlerin eğitimde sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımına ilişkin görüşleri* (Tez No. 543276)[Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi-İstanbul].Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, G. & Şahin, M. (2020). Dinamik Geometri Yazılımlarının Soyut Matematiksel Kavramların Öğretimine Etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 11(1), 112-130.
- Karaoğlu-Yılmaz, F. G., & Yılmaz, R. (2019, 21-24 March). *Sanal gerçeklik uygulamalarının eğitimde kullanımına ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi*. III. International Congress on Science and Education, Afyonkarahisar-Turkey.
- Karapınar, F. (2017). *8. sınıf öğrencilerinin geometrik cisimler konusundaki bilgilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından incelenmesi* (Tez No. 490556) [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi-Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345
- Keskin, İ. (2017). Matematik öğretmeni adaylarının eğitimde sanal gerçeklik kullanımına ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(11), 294-302.
https://dergipark.org.tr/tr/pub/asead/issue/52677/694379#article_cite
- Kılıç, S. (2013). Örneklemeye yöntemleri. *Journal of Mood Disorders*, 3(1), 44-46.
- Kokol-Voljc, V. (2007). Use of mathematical software in pre-service teacher training: The case of dgs. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 55-60.
- Kösa, T., & Kalay, H. (2016). Çok küplü geometrik cisimler konusunun Cabri 3D ile öğretimi: Öğrenci görüşleri [Teaching the topic of multi-cube geometric objects with Cabri 3D: Student opinions]. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 47-58.
- Kutlu, İ. (2022). *Geometri öğretimi üzerine bibliyometrik analiz ve içerik analizi* (Tez No.777326) [Yüksek Lisans Tezi, Alaaddin Keykubat Üniversitesi-Alanya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Laborde, C. (2002). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283-317.
- Laborde, C. (2005). The hidden role of diagrams in students' construction of meaning in geometry. In *Meaning in mathematics education* (pp. 159-179). New York, NY:Springer US.
- Lai, JW ve Cheong, KH (2022). Matematik eğitimi için sanal ve artırılmış gerçekliğin benimsenmesi: Kapsam incelemesi. *IEEE Access*, 10, 13693-13703.
- Mackrell, K. (2011). Design decisions in interactive geometry software. *ZDM – Mathematics Education*, 43(3), 373-387.
- Maykut, P., & Morehouse, R. (1994). *Beginning qualitative research: A philosophical and practical guide*. Falmer.
- MEB (2024). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- McGonigle, D., & Eggers, R. M. (1998). Stages of virtually: Instructor and student. *TechTrends*, 43(3), 23-26.
- Miles, M.,B., & Huberman, A.,M. (1994). Qualitive data analisis. *İnternational educational and professional publisher*. SAGE.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2019). OECD future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030.
<https://www.oecd.org/education/2030-project>
- Olkun, S., & Toluk Uçar, Z. (2020). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Vizetek Yayıncılık.

- Öksüz, C., & Ak, Ş. (2010). İlköğretim okullarında matematik derslerinde teknoloji kullanım düzeyini belirleme ölçeği geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(32),372-383.
- Özcan, M. & Aydın, S. (2020). Dinamik Geometri Yazılımlarının Geometri Öğretimine Etkisi: Cabri 3D Örneği. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 45-67.
- Özçakır, B.,Aydın, B. (2019). Artırılmış gerçeklik deneyimlerinin matematik öğretmeni Adaylarının teknoloji entegrasyonu özyeterlik algılarına etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 314-335. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.487162>
- Öztürk, M., Demir, S. & Korkmaz, H. (2021). Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematik Derslerinde Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutumları. Necatibey Eğitim Fakültesi *Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 15(1), 45-67.
- Pandiscio, E. A. (2002). Exploring the link between preservice teachers' conception of prof and the use of dynamic geometry software. *School Science and Mathematics*, 102 (5), 216–221.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research &evaluation methods* (3th ed.). United States of America: SAGE Publications
- Polat, A. (2022). Nitel araştırmalarda yarı-yapılandırılmış görüşme soruları: Soru form ve türleri, nitelikler ve sıralama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 161-182.
- Rıza, E.T. (1997). Eğitim Teknolojileri Uygulamaları I.. Anadolu Matbaası.
- Septian, A., Inayah, S., Suwarman, R. F., & Nugraha, R. (2020). Geogebra-assisted problem Based learning to improve mathematical problem solving ability. In *SEMANTIK Conference of Mathematics Education*, 67–71. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.200827.119>
- Smith, R. (2010). AComparison of Middle School Students' Mathematical Arguments in Technological and Non-Technological Environments. North Carolina State University.
- Straesser, R. (2002). Cabri-Geometre: Does Dynamic Geometry Software (DGS) Change Geometry and its Teaching and Learning? *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 319-333.
- Su, Y. S., Cheng, H. W., & Lai, C. F. (2022). Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.760418>
- Şahin, O. (2008). *Sınıf öğretmenlerinin ve sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri* [Master's Thesis]. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şahin, E., Durmuş, T. & Kaya, S. (2021). Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu ve Öğrenci Katılımı. *Uluslararası Eğitim Teknolojileri Araştırmaları*, 6(1), 34-52.
- Tatar, E., & Dikici, R. (2019). Geometri öğretiminde teknoloji kullanımı: bir meta-analiz çalışması. *necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 324-348.
- Taşci, G.(2023). *Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklikle ilgili uygulamaların öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin ve uzamsal yeteneklerinin gelişimine etkisi* (Tez No. 773819) [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum].Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Tepe, T., Kaleci, D., & Tüzün, H. (2016, 16-18 Mayıs). *Eğitim teknolojilerinde yeni eğilimler: sanal gerçeklik uygulamaları*. In 10th International Computer and Instructional Technologies Symposium (ICITS), Rize.
- Topraklıkoğlu, K. (2025). *Sanal gerçeklik ortamında geometri öğretimi* (Tez No.926252) [Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türnüklü, A., Altun, A., Çataloğlu, E., Küçükturan, G., Bağcı-Kılıç, G., Gür, H., Kahyaoğlu, H., Çakan, M., Başer, M., Erdur-Baker, Ö., Olkun, S., Akbaba-Altun, S., & Toluk-Uçar, Z. (2005). *Güncel gelişmeler ışığında ilköğretim: Matematik, fen, teknoloji, yönetim*. Anı Yayıncılık.
- Uğur, B., Urhan, S., & Kocadere, S. A. (2016). Geometrik cisimler konusunun dinamik geometri yazılımı ile öğretimi [Teaching geometric objects with dynamic geometry software]. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 339-366
- Uskun, K. A., Kuzu, O., & Çil, O. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçekçi matematik eğitimi çerçevesinde dört işleme yönelik başarı düzeylerinin incelenmesi [Investigation of fourth grade primary school students' achievement levels regarding four operations within the framework of realistic mathematics education]. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1561-1606.
- Villiers, M. (1996, 2-4 October). *The Future of Secondary School Geometry*. SOSI Geometry Imperfect Conference, UNISA, Pretoria.
- Yazlık, D. Ö. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının Cabri yazılımıyla çalışma yaprakları tasarlama süreci ile bunların geometri öğretiminde kullanılması üzerine görüşleri [Pre-service mathematics teachers' opinions on designing worksheets with Cabri software and their use in geometry teaching]. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1291-1334.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, C. (2017). *Geometri öğrenimi*. C. Yıldız (Ed.), *Geometri öğretimi ve öğrenimi* (ss. 15-34) içinde. Anı Yayıncılık.
- Yılmaz, E., Kaya, S., & Arslan, H. (2021). Dinamik geometri yazılımlarının kullanım becerilerinin gelişim süreci. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 345-362.
- Yılmaz, A. (2024). *İlköğretim matematik öğretmenlerinin gerçekçi matematik eğitime yönelik algılarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* (Tez No.893971) [Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi-Kahramanmaraş]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yöndemli, E. N., & Taş, İ. D. (2018). Zekâ oyunlarının ortaokul düzeyindeki öğrencilerde matematiksel muhakeme yeteneğine olan etkisi. *Turkish Journal of Primary Education*, 3, 46-62.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurul Başkanlığı
PROJE DEĞERLENDİRME FORMU

Projenin/Çalışmanın Adı: Danışmanlığını Doç.Dr. Serpil YORGANCI'nın yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Burcu BATMAN'nın "7. Sınıf Öğrencilerinin Sanal Gerçeklik Uygulamaları ile Geometri Öğretimine Yönelik Görüşleri" isimli yüksek lisans tez çalışması ile ilgili Etik Kurul uygunluk onay belgesi talep edilmesi.

Gönderildiği Tarih: 28.03.2025

Teslim Tarihi: 28.03.2025

Değerlendirenin Adı Soyadı: Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Başkanlığı Adına

Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK
Etik Kurul Başkanı
e-imza

Bu Yüksek Lisans Tez uygundur: +

Gerekçe/Açıklama: Yapılacak çalışmada yaklaşım ve yöntemler dikkate alınarak, konu ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel açıdan herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

Bu Yüksek Lisans Tez uygun değildir: -

Gerekçe/Açıklama



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL BAŞKANLIĞI
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu
ERZURUM

Toplantının Mahiyeti :Etik Kurul
Toplantının Tarihi : 28.03.2025
Toplantının Sayısı :03

Karar-10: Danışmanlığını Doç.Dr. Serpil YORGANCI'nın yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Burcu BATMAN'ının "7. Sınıf Öğrencilerinin Sanal Gerçeklik Uygulamaları ile Geometri Öğretimine Yönelik Görüşleri" isimli yüksek lisans tez çalışması ile ilgili etik kurul onay belgesi talebi ile ilgili husus görüşüldü.

Yapılan görüşmelerden sonra adı geçenin "7. Sınıf Öğrencilerinin Sanal Gerçeklik Uygulamaları ile Geometri Öğretimine Yönelik Görüşleri" isimli tez çalışması ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına,

oy birliği ile karar verilmiştir.

(e-imza)
Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK
Birim Etik Kurul Başkanı

(e-imza)
Prof.Dr. İhsan Sabri BALKAYA
Birim Etik Kurul Başkan Yardımcısı

(e-imza)
Prof. Dr. Betül ASLAN
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Prof.Dr. Mustafa CİHAN
Raportör

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu Karar Formu

KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 03 Karar No: 10	Toplantı Tarihi: 28.03.2025
	Aşağıda bilgileri verilen yüksek lisans tez ile ilgili çalışmanın, etik ilkeler açısından değerlendirilmesi isteği ile ilgili husus görüşüldü. Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu yüksek lisans tez ile ilgili yapılacak çalışma için, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak konuyla ilgili çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına, Etik Kurulu oy birliği ile karar vermiştir.	
ÇALIŞMA BİLGİLERİ	Proje Yürütücüsü: Burcu BATMAN Çalışma Konusu: 7. Sınıf Öğrencilerinin Sanal Gerçeklik Uygulamaları İle Geometri Öğretimine Yönelik Görüşleri"	

EĞİTİM BİLİMLERİ BİRİM ETİK KURULU		İMZA
Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK	Etik Kurul Başkanı	e-imza
Prof.Dr. İhsan Sabri BALKAYA	Etik Kurul Başkan Yardımcısı	e-imza
Prof. Dr. Betül ASLAN	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof. Dr.Muhsine BÖREKÇİ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof. Dr. Mustafa CİHAN	Etik Kurul Raportörü	e-imza

EK-2. MEB Araştırma İzin Belgesi



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAşTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2025.027314.01

T.C. Kimlik No: 28XXXXXXXX30

Adı Soyadı: BURCU BATMAN

Araştırmanın Adı: 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI İLE GEOMETRİ ÖĞRETİMİNE YÖNELİK GÖRÜşLERİ

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örnekleme / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: anket, yapılandırılmış görüşme formu

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 03.06.2025

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 03.06.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
ERZURUM	Ortaokul	Güzelhisar Ortaokulu	709147

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.



T.C.
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



Gözelhisar Ortaokulu Müdürlüğüne

Başvuru No: MEB.TT.2025.027314.01

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: 709147

T.C. Kimlik No: 28xxxxxxx30

Adı Soyadı: BURCU BATMAN

Araştırmacının Adı: 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI İLE GEOMETRİ ÖĞRETİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

Araştırmacının Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmacının Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: Gözelhisar Ortaokulu

Uygulama Yapılacak Birim: Ortaokul

Uygulama Yapılacak İl: ERZURUM

Veri Toplama Aracının Başlığı: anket, yarı yapılandırılmış görüşme formu

Araştırma Uygulama İzininin Kabul Tarihi: 03.06.2025

Araştırma Uygulama İzininin Bitiş Tarihi: 03.06.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni ERZURUM İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

EK-3. Veli Onam Formu

VELİ ONAM FORMU

Sayın Veli;

Aşağıda bilgileri yer alan araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığının izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamen gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz araştırmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı sizin onayınıza bağlıdır. Araştırmaya katılım sağlanamaması veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilenmeyecektir. Araştırmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacı tarafından değerlendirilecektir. Araştırma uygulamaları, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında çocuğunuz sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Çocuğunuz araştırmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, araştırmayı tamamlayacağımı söylemesi yeterli olacaktır. Araştırmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir. Onay vermeden önce konu ile ilgili herhangi bir sorunuz varsa aşağıda iletişim bilgileri verilen araştırmacıya sorabilirsiniz.

Araştırmacının Adı Soyadı	Bureu BATMAN
Araştırmacının İletişim Bilgileri	
Araştırmanın Adı	7. sınıf öğrencilerinin sanal gerçeklik uygulamaları ile geometri öğretilmesine yönelik görüşleri
Araştırmanın Amacı	Bu araştırmanın amacı 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde zorluk çektiği konulardan biri olan düzgün çokgenlere ait kenar, açı ve alan hesapları konusunun CADRE 3D ile geliştirilen sanal gerçeklik uygulamasıyla öğreniminin artırılmasına edilemek ve sonuçlarda bu tip uygulamaların öğrenme öğretme ortamlarına kazandırılmasıdır.

Veli/i bulunduğum sınıf numaralı öğrenci'ın yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. 28/04/2025

İmza:

Velinin Adı-Soyadı:

(*Lütfen formu imzalıdıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz.)

Ses / Görüntü Kaydı Veli Onamı

- ☐ Yalnızca ses kaydı alınmasına izin veriyorum.
- ☐ Görüntü kaydı alınmasına izin veriyorum.
- ☐ Ses ve görüntü kaydı alınmasına izin vermiyorum.

Herhangi bir veli, çocuğunun ses/görüntü kaydının alınmasını onaylamadığı takdirde çocukta kayıt alınmayacaktır.

*Araştırmada ses/görüntü kaydı alınmazsa Ses / Görüntü Kaydı Veli Onam kutucuğu formda yer almak, ses/görüntü kaydı alınmazsa Ses / Görüntü Kaydı Veli Onam kutucuğu formdan çıkarılmaktadır.

EK-4. Dinamik Çalışma Kağıtları

Yönerge: İlgili metinleri okuyunuz. CABRİ 3D programını kullanarak verilen adımları takip ediniz. İstenilen bilgiye ulaşınız. Program hakkındaki düşüncelerinizi söyleyiniz.

Etkinlik 1) Aşağıda sizden istenen düzgün çokgenleri çiziniz. Kenar uzunlukları ve açı ölçülerini karşılaştırıp yorumlayınız. Çokgenlerin kenar ve açı ölçüleri hakkında genel yargılar oluşturunuz (örneğin bütün kenar uzunlukları eşittir, iç açıları ölçüleri eşittir ve toplamı şudur vb.)

Eşkenar üçgen



Kare



Beşgen



Altıgen



CABRİ 3D’ de geometrik şekil çizmek için

- 1.adım  butonundan “perpendicular” seçiniz ve düzleme dik olan bir doğru çiziniz.
- 2.adım  butonundan “equilateral triangle” seçerek bir üçgen oluşturabilirsiniz.  butonundan “square” seçip kare oluşturabilirsiniz.  butonundan “regular pentagon” seçip beşgen oluşturabilirsiniz.  butonundan “regular hexagon” seçerek altıgen oluşturabilirsiniz.
- 3.adım önceki adımda oluşturduğunuz şekil her ne ise onu oluşturduktan sonra  butonundan “length” seçerek şekil üzerine gidip kenar uzunluklarını karşılaştırınız. Yine aynı butondan “angle” seçerek şekil üzerine gidip açı ölçülerini kıyaslayınız.
- 4.adım elde ettiğiniz bilgileri kullanarak şekil özellikleri hakkında genellemeler yapınız.

Etkinlik 2) Aşağıda verilen şekillerin alan ölçülerini bulunuz.

Eşkenar üçgen



Kare



Beşgen



Altıgen



CABRİ 3D' de geometrik şekillerin alan ölçülerini bulmak için



1.adım butonundan "perpendicular" seçiniz ve düzleme dik olan bir doğru çiziniz.



2.adım butonundan "equilateral triangle" seçerek bir üçgen oluşturabilirsiniz.



butonundan "square" seçip kare oluşturabilirsiniz.



butonundan "regular pentagon"

seçip beşgen oluşturabilirsiniz.



butonundan "regular hexagon" seçerek altıgen oluşturabilirsiniz.

3.adım önceki adımda oluşturduğunuz şekil her ne ise onu oluşturduktan sonra



butonundan "area" seçerek şekil üzerine gidip alan ölçülerini bulunuz.

4.adım alan bulma hakkında fikirlerinizi paylaşınız.

Etkinlik 3) Aşağıda verilen şekillerin prizma halini oluşturunuz, açınımlarını yapınız, elde ettiğiniz prizmaların hacim ölçüleri bulup yorumlayınız.

Eşkenar üçgen



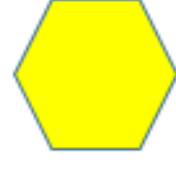
Kare



Beşgen



Altıgen



CABRİ 3D’ de prizma çizmek için

- 1.adım  butonundan “perpendicular” seçiniz ve düzleme dik olan bir doğru çiziniz.
- 2.adım  butonundan “equilateral triangle” seçerek bir üçgen oluşturunuz.
- 3.adım  butonundan “prism” seçiniz ve üçgene tıklayınız. Üçgen prizmanız hazır.
- 4.adım  butonundan “volume” seçiniz ve üçgen prizmaya tıklayınız. Hacim ölçüsü otomatik hesaplanır.
- 5.adım  butonundan “square” seçip kare oluşturunuz.  butonundan “cube” seçiniz. Diğerlerinden farklı olarak  butonundan “cube” seçip karenin üstüne tıklarsanız küp elde edersiniz. Aynı kare zemin üzerinde  butonuna tıklayıp “prism” tıklarsanız kare dik prizma oluşur. Aynı yöntemi istenilen zemin şeklini oluşturduktan sonra diğer şekiller üzerinde de deneyebilirsiniz.
- 6.adım oluşturduğunuz prizma her ne olursa olsun  butonundan “open polyhedron” seçip prizmanın üstünde fareyi getirerek istediğiniz gibi geometrik cismin açınımını yapabilirsiniz.
- 7.adım elde ettiğiniz bilgiler ile geometrik şekillerin ve özelliklerinin zihinde kalıcılığı, açınım özellikleri, kenar ölçüleri, alan ölçüleri ve açı ölçüleri hakkında yorumlarınızı söyleyiniz.

EK-5. Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU

Bu formun amacı; sınıfta uygulanan etkinliğin, öğrencilerden alınan tepkiler doğrultusunda amacına ne derecede ulaştığını değerlendirmektir. Etkinlik uygulanırken gözlenen öğrenci davranışlarını kayıt altına alarak gerektiğinde yorumlamak amacıyla bu kayıtlara başvurmak için doldurulacaktır. Aşağıda listelenmiş ifadelerde yer alan durumun ne derecede gerçekleştiğine ilişkin “yüzde” sütununun altına 0–100 arası bir değer verilerek form doldurulacaktır.

		Yüzde (%)
1.	Etkinlik öncesinde öğrencilere açıkladığım programının kullanılma şekli öğrenciler tarafından açık bir şekilde anlaşıldı.	
2.	Etkinlik uygulanırken gruptaki öğrenciler arkadaşlarının haklarına saygılı davrandı.	
3.	Öğrenciler etkinlik kağıdında verilen işlem adımlarını sırasıyla uyguladı.	
4.	Öğrenciler etkinliğe isteyerek aktif katılım sağladı.	
5.	Öğrenciler etkinlik sürecinde uygulamanın yapıldığı yazılımı kullanırken zorluk yaşadılar.	
6.	Öğrenciler etkinliği tekrar tekrar yapmak istedi.	
7.	Öğrenciler etkinlikteki konuyu kavradıklarını belirten açıklamalar yaptı.	
8.	Öğrenciler etkinlikleri uygularken keyif aldılar.	
9.	Öğrenciler bundan sonraki derslerde sanal gerçeklik uygulamalarını kullanmak istediklerini söylediler.	
10.	Öğrencileri benzer etkinliklere katılma konusunda istekli gördüm.	

EK-6. Yapılandırılmış Görüşme Formu

Sevgili öğrenci merhaba,

Benim adım Burcu BATMAN. Erzurum/Köprüköy Güzelhisar Yusuf Zirek Ortaokulu'nda matematik öğretmeniyim. Erzurum Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisiyim. Danışmanın Doç. Dr. Serpil YORGANCI ile bir araştırma yürütmekteyim. Bu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin sanal gerçeklik uygulamaları ile geometri öğretimine yönelik görüşlerini ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu nedenle sizin görüşlerinize ihtiyaç duymaktayız. Kimlik bilgileriniz ve görüşmeden elde edilen bilgiler gizli tutulacaktır. Görüşmelerde verilen bilgiler sadece bu çalışmada kullanılacaktır. İzin verirseniz görüşmeyi ses kayıt cihazıyla kaydetmek istiyorum. Böylece yanıtlarınızı eksiksiz olarak yazıya geçirebilirim. Görüşmenin on beş dakika süreceğini düşünüyorum. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim. Başlamadan önce sormak istediğiniz soru varsa yanıtlayabilirim. İzin verirseniz ilk sorum ile başlamak istiyorum.

Burcu BATMAN

Erzurum

Atatürk Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

1. Etkili bir geometri öğretimi için bilgisayarı geometri derslerinde kullanmak gerekli midir?
Neden?

2. Geometri öğretiminde kullanılan ve dinamik geometri yazılımları olarak adlandırılan yazılımları daha önce duydunuz mu? Duyduğunuz bir yazılım varsa, isimleri ve içerikleri hakkında bilgi veriniz.

3. Kullandığınız Dinamik Geometri Yazılımını (CABRİ 3D) değerlendirir misiniz?

a. Yazılımının en çok hangi özellikleri dikkatinizi çekti? (kullanışlılık, yeterlilik gibi)

b. Yazılımı kullanmada ne tür sıkıntılar yaşadınız?

4. Dersin Dinamik Geometri Yazılımları ile işlenmesi konunun anlaşılmasını kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz?

EK-7. Ders Planları

1. Etkinlik Ders Planı

Ünite : Geometri ve Ölçme

Konu: Çokgenler

Kazanımlar: 1. Düzgün çokgenlerin kenar ve açı özelliklerini belirler.

Süre : 4 ders saati

Öğrenme ve Öğretme Yöntem ve Teknikleri: Aktif Öğrenme, Anlatım, Soru-Cevap, Buluş Yolu, Gösterip Yaptırma, BDÖ.

Araç ve Gereçler: Matematik ders kitabı, çalışma yaprakları, Cabri 3D programı.

Öğretme ve Öğrenme Etkinlikleri: Hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilere gösterilir. Eriken şekillerin isimlerinden hareketle kenar ve açı özellikleri sorularak dikkat çekilir.

Ders esnasında kullanılacak Cabri 3D programı ile şekillerin görünümelerini rahatlıkla çizebilecekleri söylenerek öğrencilerin güdülenmesi ve derse olan ilgileri artırılır.

Dersin İşlenişi: Çokgenlerin özellikleri sıralanır ve öğrencilerin nasıl adlandırılacağını bulmaları beklenir. Gördükleri şekilleri defterlerine çizmeleri istenir. Kenar ve açı özellikleri sıralanır.

Daha sonra bu kazanımlarla ilgili 1 adet çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır. Cabri 3D programı kullanılarak öğrencilere çokgenler çizdirilir. Yönergelere uyularak oluşan şekillerin kenar ve açı ölçüleri bulunur. Bunlarla ilgili genellemelere varmaları istenir.

Değerlendirme: Etkinlikler bittikten sonra öğrencilere sorular sorularak öğrenme düzeyleri belirlenir. Aynı zamanda tekrar yapılmış olur.

2.Etkinlik Ders Planı

Ünite : Geometri ve Ölçme

Konu: Çokgenler

Kazanımlar: 1. Düzgün çokgenlerde alan bağıntısı oluşturur.

Süre : 4 ders saati

Öğrenme ve Öğretme Yöntem ve Teknikleri: Aktif Öğrenme, Anlatım, Soru-Cevap, Buluş Yolu, Gösterip Yaptırma, BDÖ.

Araç ve Gereçler: Matematik ders kitabı, çalışma yaprakları, Cabri 3D programı.

Öğretme ve Öğrenme Etkinlikleri: Hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilere gösterilir. Verilen şekiller için altında yer alan adımları takip ederek alan ölçülerine ulaşılır. Kenar uzunlukları değiştirilerek alanın ne ölçüde değiştiği bilgisine varılır.

Ders esnasında kullanılacak Cabri 3D programı ile şekillerin görünümelerini önceki etkinlikte tüm öğrenciler rahatlıkla çizdikleri için alan bulmanın daha kolay olduğu söylenip öğrenciler güdülenir.

Dersin İşlenişi: Çokgenlerin kenar uzunluklarından hareketle alan bağıntıları oluşturulup, kenar değiştikçe alanın ne ölçüde değiştiği bilgisine varmaları beklenir.

Daha sonra bu kazanımlarla ilgili 1 adet çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır. Cabri 3D programı kullanılarak öğrencilere çokgenler çizdirilir. Yönergelere uyularak oluşan şekillerin alan ölçülerini görmeleri sağlanır. İstedikleri sayıda kenar uzunluğu farklı çokgen oluşturup alan bağıntısı hakkında fikir edinmeleri sağlanır.

Değerlendirme: Etkinlikler bittikten sonra öğrencilere sorular sorularak öğrenme düzeyleri belirlenir. Aynı zamanda tekrar yapılmış olur.

3.Etkinlik Ders Planı

Ünite : Geometri ve Ölçme

Konu: Çokgenler

Kazanımlar: 1. Prizma oluşturur, hacimlerine ulaşır ve açınımlara ulaşır.

Süre : 4 ders saati

Öğrenme ve Öğretme Yöntem ve Teknikleri: Aktif Öğrenme, Anlatım, Soru-Cevap, Buluş Yolu, Gösterip Yaptırma, BDÖ.

Araç ve Gereçler: Matematik ders kitabı, çalışma yaprakları, Cabri 3D programı.

Öğretme ve Öğrenme Etkinlikleri: Hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilere gösterilir. Verilen şekiller için altında yer alan adımları takip ederek prizmalar oluşturulur. Hacim bilgileri bulunur. Öğrenci çizdiği prizmanın her yönden görüntüsünü de görme fırsatı yakalar.

Ders esnasında kullanılacak Cabri 3D programı ile oluşturulan prizmaların öğrencilerin çok hoşuna gideceği söylenerek güdülenme sağlanır.

Dersin İşlenişi: Prizmaların çizim aşamaları ve genel özellikleri söylenir. Öğrencilerin açınımları hayal etmesi istenir.

Daha sonra bu kazanımlarla ilgili 1 adet çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır. Cabri 3D programı kullanılarak öğrencilere prizmalar çizdirilir. Yönergelere uyularak oluşan şekillerin hacim ölçülerini görmeleri sağlanır. Prizmaların açınımlarına ulaşmaları sağlanır.

Değerlendirme: Etkinlikler bittikten sonra öğrencilere sorular sorularak öğrenme düzeyleri belirlenir. Aynı zamanda tekrar yapılmış olur.

ÖZ GEÇMİŞ

Burcu BATMAN ilk, orta ve yüksek öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2015 yılında Atatürk Üniveristesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü’nde lisans öğrenimine başladı ve 2019 yılında mezun oldu. 2022 yılının güz döneminde Atatürk Üniversitesi Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2020 yılında MEB tarafından Erzurum iline atandı. Şu anda Köprüköy Güzelhisar Yusuf Zirek Ortaokulunda matematik öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

