TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

AKRAN ÖĞRETİMİ YÖNTEMİNİN VE 3D YAZICI KALEM TEKNOLOJİSİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK DERSİ AKADEMİK BAŞARILARINA VE TUTUMLARINA ETKİSİ

Vildan ATAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2023

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

AKRAN ÖĞRETİMİ YÖNTEMİNİN VE 3D YAZICI KALEM TEKNOLOJİSİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK DERSİ AKADEMİK BAŞARILARINA VE TUTUMLARINA ETKİSİ

Vildan ATAŞ

Danışman : Prof. Dr. Ayten Pınar BAL
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Perihan DİNÇ ARTUT
Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Orkun COŞKUNTUNCEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2023

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ayten Pınar BAL
(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Orkun COŞKUNTUNCEL

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
…/…/2023

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. …. / …. / 2023

Vildan ATAŞ

ÖZET

AKRAN ÖĞRETİMİ YÖNTEMİNİN VE 3D YAZICI KALEM TEKNOLOJİSİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK DERSİ AKADEMİK BAŞARILARINA VE TUTUMLARINA ETKİSİ

Vildan ATAŞ

Yüksek Lisans Tezi, Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ayten Pınar BAL
Mayıs 2023, 152 sayfa

Bilgi çağında yaşadığımız şu dönemlerde iletişim teknoloji ağının büyümesi sonucu bireyler bilgilere en hızlı şekilde ulaşmayı seçmektedir. Sosyal hayattaki bu durum okullardaki öğretime de yansımaktadır. Öğreticilerin değişen dünya şartlarına uyum sağlayarak mevcut öğretimin yetersiz veya eksik kaldığı en uygun öğretim yöntemine göre bilginin kazanılmasını hedeflemesi gerekmektedir. Bu yöntemlerden biri olan akran öğretimi, yapılan araştırmalarla akran öğretiminin yapılandırmacı yaklaşımı desteklemesi, öğrenme sürecinde öğrencilerin akademik başarılarına, bilişsel ve duyuşsal becerilerine olumlu etkilerinin görülmesi, finansal açıdan maliyetinin az olması sebebiyle uygulanabilirliğinin kolay olması özellikleriyle dikkat çekmektedir.

Teknolojik yeniliklerin 21. yüzyılda hızla gelişmesi günlük yaşamda vazgeçilmez olan araç ve gereçlerin öğretim materyalleri şeklinde okullarda kazanımların öğretilmesinde ve eğitim alanında aktif şekilde kullanımını arttırmaktadır. Bu gelişmelerden biri de teknoloji ve hayal ürünü olan üç boyutlu baskılardır. Son yıllarda 3D baskı teknolojisinin (3D yazıcı, 3D kalem vb.) kullanım alanının genişlemesi ile bu teknolojik ürünlerin sınıf ortamına taşınarak öğretim faaliyetlerinde kullanıldığında araştırmacıların merak ettikleri değişkenler üzerinde etkisinin olup olmadığını incelemeye yönelik çalışmaların sayısında bir artış meydana gelmiştir. Özellikle FeTeMM eğitimi alanında 3D baskı teknolojilerinden daha fazla yararlanılmaya başlanmıştır.

Bu araştırma ortaokul matematik dersinde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanmasının öğrencilerin matematik dersi akademik

başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Çalışma grubu, amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme türüne göre 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılında Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Adana ilinin Sarıçam ilçesindeki bir devlet okulunda öğrenim gören 30 öğrenci akran öğretimi ve 30 öğrenci 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulanan deney gruplarında, 30 öğrenci de mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubunda olmak üzere toplam 90 yedinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışma öncesinde öğrencilerin I. Dönem matematik karne notlarına ve matematik başarı testinden aldıkları ön test puanlarına bakılmış olup grupların başarı puanları anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Uygulamada kullanılan veri toplama araçları; matematik başarı testi, geometriye yönelik tutum ölçeği ve uzman görüşleri alınarak hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formlarından oluşmaktadır.

Araştırma kapsamında matematik öğretiminde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumlarına etkisi tespit ederek sürece yönelik öğrencilerin görüşlerine başvurmak amacıyla karma yöntem kullanılmıştır. Nicel kısmında veriler deney grupları ve kontrol gruplarına uygulanan ön test-son test şeklinde yarı deneysel desenle, nitel kısmında ise deney gruplarına uygulanan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Araştırmada uygulanan deneysel desende, akademik başarı ve tutum bağımlı değişkenlerdir. Bağımsız değişken ise, araştırmanın amacına hizmet edecek şekilde matematik dersine yönelik hazırlanan akran öğretimini ve 3D yazıcı kalem teknolojisi içerikleridir. Nicel verilerin analizinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Kruskal-Wallis testi ve bağımsız gruplar T testi; nitel veriler ise betimsel analiz kullanılmıştır.

Araştırmanın nicel sonuçlarına akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanmasının öğrencilerin matematik akademik başarıları ve geometriye yönelik tutumları üzerine olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Nitel sonuçlarına göre ise deney gruplarındaki öğrencilerin çoğunluğu sürecin olumlu yönlerine ilişkin görüşler belirtmişlerdir. Katılımcılar ile gerçekleştirilen görüşmelerde matematik dersinde kullanılan uygulamaların derse somut deneyimler sunarak derse yönelik ilgi, istek ve merakı artırdığı görsel açıdan daha zengin hale gelmesinde etkili olduğu ve dersi daha eğlenceli hale getirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca katılımcıların akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi içeriklerinin

matematik dersi dışında diğer derslerde de kullanılmasına yönelik istekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Akran öğretimi, 3D yazıcı kalem teknolojisi, matematik akademik başarı, ortaokul öğrencileri.

ABSTRACT

THE EFFECT OF PEER TEACHING METHOD AND 3D PRINTING PEN TECHNOLOGY ON STUDENTS' ACADEMİC SUCCESS AND ATTITUDES ON GRADE 7 THINGS IN MATHEMATICS

Vildan ATAŞ

Master Thesis, Department of Mathematics Education
Supervisor: Prof. Dr. Ayten Pınar BAL
May 2023, 152 pages

In the periods we live in the information age, individuals choose to access information in the fastest way as a result of the growth of the communication technology network. This situation in social life is also reflected in the teaching in schools. Teachers should aim to gain knowledge according to the most appropriate teaching method by adapting to the changing world conditions, where the current teaching is insufficient or incomplete. One of these methods, peer teaching, attracts attention with the characteristics that peer teaching supports a constructivist approach through research, has positive effects on students' academic achievement, cognitive and affective skills during the learning process, and is easy to implement due to its low financial cost.

Technological innovations 21. its rapid development in the century increases the active use of tools and equipment, which are indispensable in daily life, in the form of teaching materials in the teaching of achievements in schools and in the field of education. One of these developments is three-dimensional printing, which is a product of technology and imagination. In recent years, the development of 3D printing technology (3D printer, 3D pen, etc.) with the expansion of the field of use, there has been an increase in the number of studies aimed at examining whether these technological products have an effect on the variables that researchers are interested in when they are moved to the classroom environment and used in teaching activities. Especially in the field of fetal education, 3D printing technologies have started to be used more.

This research aims to reveal the effect of peer teaching and the application of 3D printer pen technology on students' academic achievement in mathematics course and their attitudes towards geometry in secondary school mathematics course.

The study group consists of 30 students studying at a public school in Sarıçam district of Adana province under the Ministry of National Education in the 2021-2022 academic year according to the criterion sampling type from the types of purposeful sampling, and 30 students in experimental groups where 3D printer pen technology is applied, and 30 students in the control group where the current curriculum is applied, a total of 90 seventh graders. Before the study, students' I. The semester mathematics report card grades and the pre-test scores they received from the mathematics achievement test were examined, and no significant difference was found in the achievement scores of the groups. The data collection tools used in the application consist of a mathematics achievement test, an attitude scale for geometry, and semi-structured interview forms prepared by taking expert opinions.

Within the scope of the research, a mixed method was used to determine the effect of peer teaching and 3D printer pen technology on students' academic achievements and attitudes in mathematics teaching in order to apply students' opinions about the process. In the quantitative part, the data were obtained with a semi-experimental pattern in the form of pre-test-post-test applied to experimental groups and control groups, and in the qualitative part, semi-structured interviews applied to experimental groups. In the experimental design applied in the research, academic achievement and attitude are dependent variables. The independent variable is the peer teaching and 3D printer pen technology contents prepared for the mathematics lesson to serve the purpose of the research. In the analysis of quantitative data, one-way analysis of variance (ANOVA), Kruskal-Wallis test and independent groups T test were used; qualitative data were used descriptive analysis.

According to the quantitative results of the research, it has been found that peer teaching and the application of 3D printer pen technology have a positive effect on students' academic achievement in mathematics and their attitudes towards geometry.

According to the qualitative results, the majority of the students in the experimental groups expressed opinions about the positive aspects of the process. In the interviews conducted with the participants, it was found that the applications used in mathematics lesson are effective in increasing interest, desire and curiosity towards the lesson by providing concrete experiences to the lesson, making it visually richer

and making the lesson more fun. In addition, it was concluded that the participants were willing to use peer teaching and 3D printer pen technology content in other courses besides mathematics.

Keywords: Peer teaching, 3D printer technology, mathematics academiç success, performance, secondary school students.

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitim sürecim boyunca bana yol gösteren, desteğini hiç esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ayten Pınar BAL'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez araştırmama katkısı olan değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT ve Dr. Öğretim Üyesi Orkun COŞKUNTUNCEL'e ve ölçeklerin kullanım izni için Doç. Dr. Yasemin KATRANCI ve Seda ÖZDİŞÇi'ye, tez işlemlerim sırasında bilgilerini benimle paylaşan kıymetli zamanından ayırıp benimle ilgilenen Prof. Dr. Kamuran TARIM'a ve Doç. Dr. Gülfem Sarpkaya AKTAŞ'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim öğretim sürecimde yanımda olan, bana güvenip destekleyen annem Nesibe TOKATLI'ya ve kız kardeşim Gülden ATAŞ'a çok teşekkür ederim.

Araştırma yaptığım okullardaki değerli idarecilere ve çalışmama gönüllü olarak katılan tüm öğrencilere çok teşekkür ederim.

Vildan ATAŞ

Adana / 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **vii**
ÖN SÖZ ..... **x**
KISALTMALAR ..... **xiv**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xv**
EKLER LİSTESİ ..... **xvii**

BÖLÜM I
GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 4
1.3. Araştırmanın Önemi 5
1.4. Araştırmanın Sayıltıları 6
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları 6
1.6. Tanımlar 7

BÖLÜM II
KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Sosyal Yapılandırmacılık Kuramı (Vygotsky) 8
2.2. Aktif Öğrenme 9
2.3. Akran Öğretimi 9
2.3.1. Akran Öğretiminin Uygulama Süreci 10
2.4. 3D Baskı Teknolojisinin Öğretimde Kullanımı 11
2.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Öğretimde Kullanımı 12
2.6. İlgili Araştırmalar 13
2.6.1. Akran Öğretim Modeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar 13
2.6.2. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Matematik Dersinde Uygulanması İle İlgili Yapılan Çalışmalar 17

2.6.3. 3D Yazıcı ve 3D Baskı Teknolojisinin Matematik Dersinde Uygulanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar 19

BÖLÜM III
YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli 22
3.2. Evren ve Çalışma Grubu 23
3.3.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Belirlenmesi 24
3.3.1.1. Akademik Başarı 24
3.3.1.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanları 26
3.3. Veri Toplama Araçları 27
3.3.1. Matematik Başarı Testi 27
3.3.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği 32
3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 32
3.4. Verilerin Toplanması Süreci 33
3.5. Veri Analizi 37

BÖLÜM IV
BULGULAR

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ..... ….....42
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 44
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 45
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 48

BÖLÜM V
TARTIŞMA VE YORUM

5.1. Akran Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Dersi Akademik Başarılarına Etkisi . 51
5.2. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Öğrencilerin Matematik Dersi Akademik Başarılarına Etkisi 53
5.3. Akran Öğretiminin Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi 55

5.4. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Akran Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi 56
5.5. Öğrencilerin Akran Öğretimi ile İlgili Görüşleri 57
5.6. Öğrencilerin 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ile İlgili Görüşleri 60

BÖLÜM VI
SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar 60
6.1.1. Araştırmanın Nicel Sonuçları 60
6.1.2. Nitel Araştırmaya İlişkin Sonuçlar 61
6.2. Öneriler 63

KAYNAKÇA 65
EKLER 75
ÖZGEÇMİŞ 152

KISALTMALAR

FeTeMM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik

GYTÖ: Gemetriye Yönelik Tutum Ölçeği

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

SPSS : Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Araştırmanın Deneysel Süreci 23
Tablo 2. Öğrencilerin Matematik Dersi Karne Notlarının Denklikleri 25
Tablo 3. Öğrencilerin Matematik Başarı Ön Test Düzeylerinin Sınıf Şubelerine Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları 25
Tablo 4. Öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" Ön Test Düzeylerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları 27
Tablo 5. Matematik Başarı Testinin Madde Güçlük İndisleri (pj), Standart Sapmaları (sj), Ayırıcılık İndisleri (rjx), t ve p Değerleri 29
Tablo 6. Matematik Başarı Testinin Madde Güçlük İndisleri (pj), Standart Sapmaları (sj), Ayırıcılık İndisleri (rjx), t ve p Değerleri 30
Tablo 7. "Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" Konularını Kapsayan Matematik Başarı Testi Belirtke Tablosu 31
Tablo 8. Matematik Başarı Testi Test Analiz Sonuçları 31
Tablo 9. Araştırmanın Aşamaları 34
Tablo 10. Öğrencilerin Matematik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Kolmogorov-Smirnov ile Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları 38
Tablo 11. Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının Kolmogorov- Smirnov ile Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları 39
Tablo 12. Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal-Wallis Testi Sonuçları 41
Tablo 13. Deney I ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları 42
Tablo 14. Deney II ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları 43
Tablo 15. Deney I ve Deney II Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları 43
Tablo 16. Öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" Son Test Düzeylerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları 44
Tablo 17. Deney I Grubundaki Öğrencilerin Akran Öğretimine Yönelik Görüşlerine İlişkin Frekans Analiz Sonuçları 45

Tablo 18. Deney II Grubundaki Öğrencilerin 3D Yazıcı Kalem Teknolojisine Yönelik Görüşlerine İlişkin Frekans Analiz Sonuçları 48

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek 1. Matematik Başarı Testi 75
Ek 2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği 83
Ek 3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (Akran Öğretimi Uygulanan Deney Grubu için) 85
Ek 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (3D Yazıcı Kalem Teknolojisi Uygulanan Deney Grubu için) 86
Ek 5. Veli İzin Belgesi 87
Ek 6. 1. Hafta Ders Planı 89
Ek 7. 2. Hafta Ders Planı 97
Ek 8. 3. Hafta Ders Planı 105
Ek 9. 4. Hafta Ders Planı 117
Ek 10. Akran Öğretim Etkinlikleri 124
Ek 11. 3D Yazıcı Kalem Etkinlikleri 134
Ek 12. Uygulama Süreci 145
Ek 13. Etik İzin 148
Ek 14. MEB Uygulama İzni 149
Ek 15: Ölçek Kullanım İzni-1 150

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Problem Durumu

Bilgi çağının gelişmesi bireylerin bilgilere ve öğrenmelere en kolay yönden ulaşması sonucunu doğurmuştur. Değişen dünya şartlarına uyum sağlanması amacıyla öğrencilerin öğrendikleri bilgileri gerçek hayatta kullanabilen, sorumluluk sahibi ve sosyal ilişkileri gelişmiş olmaları önem arz etmektedir. Mevcut öğretim yöntemlerinin öğrencilerin isteklerine karşılık vermekte yetersiz olduğu görülmektedir. Öğreticilerin de çağın ihtiyaçlarına uygun çağdaş öğretim yöntemleri kullanması gerekmektedir. Öğretmenler, öğrenci özelliklerini göz önünde bulundurarak en uygun öğretim yöntemine göre bilgi aktarımı yapma ihtiyacı doğmuştur. Bu doğrultuda ulusal eğitim sistemimizde öğrenciyi merkeze alan ve yapılandırmacı yaklaşıma dayalı sisteme 2005-2006 eğitim-öğretim yılında geçilmiştir. Bu anlayış biçimi öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlamakla birlikte öğretim sürecinde aktif katılımlarını desteklemektedir (Çepni, 2014; Akkaya, 2018).

"Alfa Nesli" veya "Google Çocukları" 2010-2025 yılları arasında doğmuş olup dijital dünyayla büyüdüğünü biliyoruz. Alfa neslinin çocukları zamanlarının çoğunda internet ağlara bağlı olup karar alma süreci de dahil olmak üzere gerçekleştirdikleri tüm faaliyetlerde hızlıdırlar. Bu sebeplerden ötürü özellikle Z kuşağından itibaren öğrencilerin akademik gelişim süreçlerini hızlandırmak, öğrenme deneyimlerine değer katmak için, sanal ve artırılmış gerçeklik, 3D baskı teknolojisi araçları, yapay zekâ programları, hologramlar, taşınabilir cihazlar ve sanal laboratuvar gibi son gelişmelerin ürünlerinin sınıf ortamına da taşınarak öğretme sürecinde kullanılabilmesi önem arz etmektedir (Linnes, 2017; Dolot, 2018; Cilliers, 2017, Hernandez-de-Menendez, 2020).

Bu yeni gelişmelerle birlikte teknoloji, dünya çapındaki değişimlere ayak uyduran eğitim kurumları tarafından öğretimde kullanılan bir araç haline gelmiştir. Eğitim kullanıldığında yaşam boyu öğrenme de dahil olmak üzere bilginin edinilmesi ve paylaşılması kolaylıklarını sağladığı bilinmektedir. Teknoloji ilk etapta eğitim alanlarında en çok yaratıcılık konusunda katkı sağlamaktadır. Tıp eğitimde bir cerrah ameliyattan önce iyileştirecekleri hastanın organlarının 3D modeli ile pratik yapabilir,

tarih öğretiminde tarihi karakterler canlanabilir ve başarıları veya icatları hakkında bir ders verilebilir, mühendislik derslerinde uçak gibi büyük makineler motor, hologramlar aracılığıyla bir sınıfın içine yansıtılabilir, böylece öğrenciler makinelerin işlevlerini görselleştirebilir ve insan robotları profesörlerle yan yana çalışarak öğretim faaliyetlerini destekleyebilirler (Hernandez-de-Menendez vd., 2019).

Matematiğin insan tarafından yaratılışının, bedensel temellere dayandığı ve öğreniminde yapılandırmacı yaklaşımı temele almak için bedenin rolünü oldukça önemlidir. Örneğin; bir öğrencinin bir küple dokunsal etkileşimi dilden daha önce onu benimsemesini sağlar. Çocuk küpleri elleriyle dokunsal olarak keşfettiğinde daha çok duyu organına hitap ederek soyut görüneni somutlaştırarak hafızaya almasını kolaylaştırır. Kendisinin dokunma ve göz ve el hareketlerinin koordinasyonu ile öğrencide "yapabilirim" hissi oluşturur. Zihin temelli matematiksel fikirlerin somutlaştırılması bu nedenle önem kazanmaktadır (Roth, 2010). Bu sebeplerden ötürü matematik eğitiminde teorilerin hakim olduğu somut/soyut ve beden/zihin ikililerinin ötesine geçerek materyalist bir matematik anlayışında ilerlenmesi gerekmektedir (Sinclair ve diğerleri, 2013; Kelton ve Ma, 2018; de Freitas ve Sinclair, 2014; Davis, 2018; Ng, Sinclair ve Coles ve Sinclair, 2018). Bu nedenle son zamanlarda dikkat çeken konulardan biri de matematik öğretiminde dijital çağda bilgi, öğrenme ve pedagojinin değişen doğasına katkıda bulunmaktır. De Freitas, Ferrara ve Ferrari (2017) matematik öğreniminde hareket teknolojisi ile koordineli hareketleri anlamak için öğrenme topluluklarını "birlikte hareket eden ve birlikte öğrenen insanlar ve dinamik fiziksel düzenlemeler" olarak nitelendirmiştir. Bundan ötürü farklı cisimlerin matematiksel aktivitede bir araya geldikleri geçici yollardan ve onların somutlaşmış ve maddi boyutlarına ışık tutarak aktiviteyi sürekli olarak nasıl yeniden yapılandırdıklarından bahseder.

Öğrencilerin bütün bu değişimler ışığında bilgi ve becerileri kazanmaları için çeşitli öğretim yöntem ve teknikler mevcuttur. Bu yöntemler içerisinde kullanışlı olanlardan biri de yapılandırmacı yaklaşımı destekleyen ve öğrenme sürecinde kolaylık sağlayan akran öğretimidir (Gülçek, 2015; Şekercioğlu, 2011). Akran öğretimi uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konu olmakla birlikte iş birlikçi öğrenme yönteminin ve aktif öğrenmenin de önem kazanmasıyla 1981 yılından sonra gelişme göstermiştir. Akran öğretiminde yardımcı olunan taraf kadar yardımcı olan için de fayda sağladığı bilinmektedir. Akran öğretimi sosyal becerileri geliştirmekle kalmayıp

bilişsel ve duyuşsal beceriler üzerinde de etkili bir yöntem olmuştur (Topping, 2005).

Akran öğretiminin bilgi teknolojisinin gelişme göstermesiyle birlikte uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği de artmıştır. Öğrencilerin aktif olarak yardımlaşma ve birbirini destekleme yoluyla bilgi ve becerileri karşılıklı olarak birbirlerinden öğrenmesine sağladığı katkı sayesinde son dönemlerde üniversitelerde de kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Bunun yaygınlaşmasının sebebini iki farklı boyutta ele alabiliriz; birincisi finansal açıdan, ikincisi ise öğrenme ve öğretim stratejisi açısından. Finansal olarak bakacak olursak üniversite personelinin daha az maliyetle daha çok öğrenciye eğitim vermesi olarak karşımıza çıkmaktadır ve büyük gruplarda da kolaylıkla uygulanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, maliyet olarak ucuz ve uygulama olarak da kolay olduğundan müfredata dahil edilebilir. Akran öğretimi daha az çabayla öğrencilerin derse olan ilgisini arttırabilmekte ve dersi ilginç hale getirebilmektedir. Öğrenme öğretme süreci açısından ise akran öğretimi yönteminin yaşam boyu öğrenme açısından sağladığı fayda, öz farkındalık ve yansıtıcı uygulamadan söz edilebilir (Boud, Cohen ve Sampson, 2001; Lasry, Mazur ve Watkins, 2008; Tokgöz, 2007; Topping, 2005).

Akran öğretimi yöntemi, öğrenme öğretme sürecinde öğrencilerin karar verme süreçlerini daha hızlı hale getirerek ilkelere ve kavramlara eleştirel bir bakış açısı kazandırır ve bilimsel sorgulama yeteneklerini geliştirerek akademik anlamda başarılarını desteklemektedir (Gök, 2018). Çünkü, öğrenciler öğrendikleri hakkında sınıf içinde ve okul saatleri dışında kendi aralarında konuşmalar yaparlar. Özellikle, bir soruna takılıp kaldığında, normalde öğretmene değil, başka bir öğrenciye sormayı tercih ederler. Akranlar sadece birbirlerine yararlı bilgiler sağlamakla kalmaz, aynı zamanda öğrenme deneyimini paylaşarak öğrenmeyi kolaylaştırıp daha keyifli hale getirirler (Yeşiloğlu, 2015; Tok, 2022). Ayrıca, akran öğretimi yöntemini uygulamak için oluşturulan karşılıklı takım çalışmasıyla bireyler arasındaki iletişim artmakta ve öğrencilerin üst bilişsel düzenleme becerilerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Nurmi ve Kokkenen, 2015). Bu da Millî Eğitim Bakanlığı (2018) matematik öğretim programında var olan anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesi ve öğrencilerin üst bilişsel becerilerinin arttırılması konusunda örtüşmektedir.

Değişen dünya şartlarında teknoloji ile iç içe doğmuş öğrencilere öğretim yapılırken kullanılabilen gelişmelerden biri de 3D baskı ve yazıcı teknolojisidir. 3D baskı teknolojisinin son ürünlerinden olan 3D yazıcı kalemler eğitimde kullanıldığında

öğrencilerin çeşitli yeteneklerini önemli ölçüde geliştirebilmektedir. Çocuklar dikkatlerini yüksek oranda yoğunlaştırabilir ve elleriyle inşa ettikleri cisimleri detaylı gözlem fırsatı yakalarlar. 3D yazıcı kalemlerin kullanılması son derece pratiktir. Öğrenciler yazıcı kalemlerle x ve y ekseninde önce 2 boyutlu şekiller oluşturabilir ve daha sonra bunları 3 boyutlu duruma getirebilmektedir. 3D yazıcı kalemler kullanıldığında öğrencilerin resim çizerken paylaşma ve iletişim becerilerine katkı sağlayarak kişiliklerinin gelişmesine fayda sağladığı görülmüştür (Chen, Xiang, Yuan ve Zeng, 2021).

3D yazıcı kalemler, "yaparak ve yaşayarak öğrenme" kapsamında yarattığı eserlerin üç boyutlu doğası nedeniyle özellikle STEM eğitimi bağlamında oldukça uyumludur. Bu yönüyle matematiği gerçek dünya sorunlarına ve projelerine uygulanabilir kılar. Bu nedenle, 3D yazıcı kalemleri, öğrencilerin özellikle geometri konularında "düşünmek ve birlikte hareket etmek" ve "sorgulamak ve icat etmek" kavramlarını derste uygulayabilmesine olanak sağlar. Bu teknolojik uygulama öğrencilerin erken yaşta teknik okuryazarlığını desteklemekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin hareket etmekte özgür oldukları ve matematiği kendilerinin inşa ettikleri bir "Yapımcı zihniyeti" oluşturur (Ng, 2017; Ng ve Ferrara, 2019).

Bütün bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda, ortaokul matematik dersinde geometri konularının öğretilmesi sürecinde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin kullanılmasının öğrencilerin matematik akademik başarılarının ve geometriye yönelik tutumlarına olan etkisini belirlemek ve öğrencilerin sürece ilişkin görüşlerini tespit etmek çalışma yapmak için uygun görülmüştür.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, akran öğretimi yönteminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin 7. Sınıf öğrencilerinde "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanında akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini ortaya koymaktır. Ayrıca, matematik dersinde akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulandığında öğrencilerin sürece ilgili görüşleri incelenmiştir.

Araştırmanın amacı kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmaya çalışılmıştır:

1. Akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören deney gruplarındaki öğrencilerin matematik başarı son test puanları ile mevcut

öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. Akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören deney gruplarındaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son test puanları ile mevcut öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Akran öğretimi uygulanmasının matematik dersinde kullanımına yönelik öğrenci görüşleri nedir?
4. 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulanmasının matematik dersindekullanımına yönelik öğrenci görüşleri nedir?

1.3.Araştırmanın Önemi

Ortaokul düzeyindeki öğrencilerde yaşam tarzları, duygular, düşünceler, sorunlar akranları ile benzerlik gösterebilmektedir. Bu yaşta, gençler birlikte vakit geçirmekten hoşlanırlar ve ortak ilgi alanlarına sahip akranlar akademik ve sosyal alanlarda birbirlerinden etkilenebilmektedir. Akranları rol model olabilmekte ve birbirlerine karşı empati özelliği daha fazla gelişmiş olabilmektedir. Özellikle kırsal kesimdeki devlet okullarındaki öğrencilerin kurslar, materyaller vb. yetersizliği nedeniyle akranlarından yardım alabilmektedir (Fındık, 2020). Yapılacak çalışma da merkeze uzak bir ortaokulda gerçekleştirileceği için akran öğretimi yönteminin uygulanmasının önemini arttırmaktadır.

Çalışmada ele alınan öğrenme alanı, “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanıdır. Soyut özellikleri nedeniyle öğrencilerin zorlandıkları konulardan biridir. Bu konunun seçilmesinin en önemli sebebi akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanarak öğrencinin bu konudaki akademik başarısındaki ve matematiğe karşı tutumundaki oluşabilecek değişmelerin daha net tespit edileceği yönündendir.

Geometride somut materyaller kullanılarak dersin işlenmesi hem dersi eğlenceli hale getirecek hem de akademik başarıyı arttırmaya yardımcı olacaktır (Gündoğdu Alaylı, 2012). Bu somutlaştırma teknolojilerinden biri de 3D yazıcı kalemler olup geometri derslerinde kullanıldığında öğrencilerde yeni hareketsel düşünme biçimleri geliştirmede ve bir eksen etrafında simetri, dönme ve öteleme gibi soyut görünen konularda bile somutlaştırmalar yaparak öğrenme sürecine fayda sağladığı görülmektedir (Fleming, 2015; Ng ve Sinclair, 2018).

Araştırma öğrencilere 3D yazıcı kalem yardımıyla geometri konularında somut deneyimler sunma ve akran yardımıyla da kazanımların öğrenilmesi noktasında yarar sağlayacaktır. Ayrıca, akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğretim yapılmasının matematiksel becerilerin artması geometriye yönelik olumlu geliştirme ve derse istekli gelinmesi konunda yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, öğretmenler için de akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi matematik dersi kazanımlarının öğretilmesinde yardımcı olacaktır. Bütün bu hususlar göz önünde bulunduğunda bu konuda çalışma yapılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir

1.4. Araştırmanın Sayıltıları

1. Araştırmaya katılan öğrenciler, dersleri istekli bir şekilde takip etmişlerdir.
2. Araştırmaya katılan öğrenciler, ölçme araçlarını gerçek ifadelerini yansıtacak şekilde yanıtlamışlardır.
3. Deney grupları ve kontrol grubu kontrol altına alınamayan değişkenlerden eşit oranda etkilenmiştir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma 2021-2022 eğitim ve öğretim yılı ortaokul 7. sınıf matematik dersi “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanında yer alan “Doğrular ve Açılar” ve “Çokgenler” konu başlıkları ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma 2021/2022 eğitim öğretim yılında MEB'e bağlı Adana ilinde yer alan bir ortaokulun 7. sınıfında öğrenim gören 90 öğrenci (deney grupları ve kontrol grubu) ile sınırlandırılmıştır.
3. Araştırma öğrencilerin cinsiyet açısından ayrı sınıflarda öğrenim gördüğü bir devlet ortaokulunda gerçekleştirildiğinden dolayı akran öğretimi uygulanan deney grubu erkek öğrencilerle, 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulanan deney grubu ve kontrol grubu ise kız öğrencilerle sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar

Aktif öğrenme: Öğrenene öğrenme sürecinin çeşitli yönleriyle ilgili karar alma fırsatlarının verildiği ve öğrencinin öğrenme sırasında zihinsel yeteneklerini kullanmaya zorlandığı bir öğrenme sürecidir (Açıkgöz, 2011).

Akran öğretimi: Öğrencilerin, normalde aynı sınıf veya aynı yaştaki insanların içerisinde bulunduğu yaş şehir cinsiyet ilgi alanları gibi belli özelliklerinin aynı olduğu bir grup içinde birbirleriyle ve birbirlerinden öğrendiği yöntemdir (Falchikov, 2001).

Geometri: Nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ile bu şekiller arasındaki ilişkilerle ve geometrik şekillerin açı, uzunluk, alan, hacim vb. Ölçüleri ile ilgilenen bir matematik dalıdır (Karakırık, 2011, s.67).

3D baskı: Nesnelerin dijital bir modelden nihai ürün oluşturulana kadar malzemeyi katman katman biriktirererk inşa ettiği bir süreçtir (Huang ve Lin, 2017).

3D yazıcı kalem: 3D yazıcı kalem ucundan ısıtılmış ya da ılık plastik ekstrüze eden, ılık plastik kalemin ucundan çıktığında soğuyup katılaşan ve bu sayede düz bir yüzeyi boyanması, 2 boyutlu şekillerin birleştirilerek 3 boyutlu çizimin yapabildiği birçok alanda kullanılabilen teknolojik bir araçtır (Segerman, 2012).

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Sosyal Yapılandırmacılık Kuramı (Vygotsky)

Yapılandırmacı yaklaşım epistemolojik (bilgi bilim) bir kavram olarak 18. yüzyılda temelleri atılmaya başlamış ve 20. yüzyılda da bu kavram eğitimdeki gelişmelerle birlikte daha da önem kazanmaya başlamıştır. 21. yüzyıl becerilerin gündeme gelmesi ve toplumların eğimini güçlendirme isteği ile birlikte öğretim programları temellerine yapılandırmacı yaklaşımı almış ülkemizde de 2005-2006 yıllarından itibaren özellikle ilköğretim programlarında yapılan değişikliklerle bu yaklaşım eğitim öğretimin kaçınılmaz bir parçası haline gelmiştir (Arslan, 2007).

Sosyal yapılandırmacılık kuramının temelini Vygotsky'nin çalışmalarında görmekteyiz. Vygotsky daha önceki davranışı yaklaşımı belirleyip sadece bireyi temele alan eğitim araştırmacılardan farklı olarak sosyal öğrenmeye dikkat çekmiş ve bireyin öğrenme sürecince diğer bireylerin etkisini ve sosyal ortamın öğrenme sürecindeki etkisinin önemli olduğunu savunmuştur. Vygotsky'ye göre çocukların ilk gelişim anlarından başlayarak hareketlerinin sosyal davranışlar yönlünden önem taşıdığını ve çevresi tarafından bu süreçte gözlemlendiğini gerçeği gelişimsel sürecinde sosyal bağlantıların önemli olduğunu vurgular. Bireyin zihinsel gelişim süreci insanlar arasındaki etkileşiminin ve psikolojik sürecinin etkisinin bir ürünüdür. Vygotsky (1978) öğrenme bireyin dünyasındaki diğer kişilerin ışığında gerçekleşir ve bireyler arasındaki sürekli etkileşimi yakın gelişim alanı (ZPD) olarak tanımlanır. Bu süreçte birey zihinsel bir potansiyele ulaşması için daha büyük bir çocuktan veyahut bilgi sahibi bir yetişkinden yardım alması gerekir. İlk etapta birey sosyal çevresi tarafından yönlendirilen konumdadır. Aldığı yardım sayesinde zihinsel gelişme göstererek kendi kendini yönlendirebilen konuma ulaşabilmektedir (Ün Açıkgöz, 2011).

Vygotsky bireyin gelişimini en iyi açıklayan kuramcılardan biridir. Piaget'in gelişim kuramından ayrılan temel özelliği ise Piaget'in çocuğun kendi bireysel çalışmalarıyla anlamasını keşfetmesini beklemesi Vygotsy'nin ise çocuğun toplumsal bazda görmesi ve anlamayı topluluk ile gerçekleştirmesini beklemedir (Atak, 2017).

2.2. Aktif Öğrenme

Öğrenme sürecine yönelik zaman içinde değişim göstermiş olan anlayış, bilginin öğretmenden öğrenciye aktarılmasını şeklindeki geleneksel anlayışın yerine öğrencilerin öğrenme sürecinde etkin rol aldığı yapılandırmacı yaklaşımın önem kazanmasıdır (Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Yapılandırmacı yaklaşımı temele alan aktif öğrenme, öğrenci doğasına uygun yöntemler arasında yer edinmektedir. Aktif öğrenme yöntemi beynin yapısına uygunluğu yönüyle beyne gelen bilgilerin kaynağı, uygulanma alanı, niteliği ve önceki bilgileri ile olan ilişkisi bakımından sürekli bir sorgulama yapılmasını sağlamaktadır (Akkurt, 2007).

Aktif öğrenmede derslerin öğrenilmesi ve disiplin vb. gibi sorunlarla zaman kaybedilmemekte, öğrenme sürecinin tamamından faydalanılmaktadır. Böyle bir yaklaşım ile öğrenme sürecindeki verim artmaktadır. Aktif öğrenme ile öğrencilerin yeteneklerinin farkında olan, kendisine güvenen, saygın ve iş birliği içinde çalışabilen bireyler olarak yetişmeleri sağlanmaktadır (Sezer ve Tokcan, 2003). Aktif öğrenme, öğrencinin sınıf içerisinde pasif bir dinleyici ve bilgi alıcısı olmak yerine fikir üreten aktif katılım yoluyla öğrenimi sağlayan bir öğretim tekniğidir (Ün Açıkgöz, 2011).

2.3. Akran Öğretimi

Akran öğretimi temelleri Antik Yunan'a kadar dayanan çok eski bir uygulamadır. İlk etaplarda bu uygulama doğrusal bir bilgi aktarımı şeklinde olsa da zamanla evrilerek gelişme göstermiştir. Akranlar arasındaki bu etkileşim bir öğrenci öğretmen arasındaki öğrenimden nitel olarak farklıdır. Tanım olarak en başlarda "bilgi ve becerileri daha yüksek öğrencilerin daha düşük derecedeki öğrencilere iş birliği içinde yardımcı olduğu bir öğretmen tarafından organize edilen küçük gruplar" şeklindeydi. Fakat akran öğretimi üzerinde araştırmalar yapıldıkça ve gelişme gösterdikçe sadece daha bilgili ve deneyimli öğrencilerin daha az bilgi ve deneyimlere sahip olan öğrencilere yaptığı bir iletim olmaktan çıkmıştır. Akran öğretiminin som yıllarda yapılan en güncel tanımının "bir konuda öğretmen yani profesyonel olmayan bireylerin birbirine yardım eden öğreterek öğrenmeye çalışan sosyal gruplaşmalardan oluşan bir uygulama" olarak gelişme gösterdiği görülmektedir. Akran öğretiminin temelinde çeşitli boyutlar yer almaktadır ve genel olarak on boyutu içermektedir. Bunlar; müfredat içeriği, iletişim, eğitim yılı, yetenek, rol sürekliliği, yer, zaman, etnik özellikler, öğretmen özellikleri ve hedeflerdir (Topping, 1996).

Akran öğretimi akranların birbirlerinden öğrenme ve birlikte büyüme sürecidir. Akran öğretimi güvenli ve kapsayıcı bir alanda karşılıklı güvene ve saygıya dayalı deneyim ve fikir alışverişinde bulunmak için gönüllülük esasına göre akranları bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Akran öğretiminde akranların kendi aralarındaki etkileşim, bilişsel veya entelektüel becerilerin gelişmesini ayrıca bilgi ve anlama konusunda artışı sağlayabilir. Bundan dolayı akran yaygın olarak bireyler üzerinde önemli bir etki olarak kabul edilmektedir (Johnson, Levitt ve Navalkha 2020).

Akran öğretimi öğrenme yöntemi, öğretmenlerin kullanabileceği alternatiflerden biridir. Çünkü akran öğretimi öğrenme yöntemi, yüksek motivasyonel bir dinamiğe sahiptir ve bu nedenle öğrenci öğrenme motivasyonunu arttırması beklenir (Boud, D., Cohen ve J. Sampson, 2001).

2.3.1. Akran Öğretiminin Uygulama Süreci

Akran öğretimi yöntemleri üzerine yapılan araştırmanın sonucunda öğretimin gerçekleşmesi süreci üçe ayrılır:

1) Planlama: Teslim edilen materyali tasarlamak, akran öğretmenlerini belirlemek, akran öğretmenlerini eğitmektir. Planlama, tüm yönetim fonksiyonlarının önemli bir sürecidir, çünkü planlama olmadan öğrenme, kontrol ve yönlendirme fonksiyonları çalışamaz. Planlama aşamaları şunlardır: a) Öğretmen, alt konuların parçaları şeklinde tasarlanmış bir konunun her öğretimini tasarlar. Bir toplantının her parçası, parçanın başlığını, dersin amacını ve özellikle tamamlanacak görevlerin uygulanmasına ilişkin talimatları içerir. b) Kriterleri karşılayan öğrencilerden bazılarını akran öğretmeni olarak belirler ve Belirlenen akran öğretmenlerinin sayısı, oluşturulan grupların sayısına göre ayarlanır.
2) Uygulama: Öğretmen gruplar oluşturur, akran öğretmenleri materyali açıklar ve öğretmen öğrenme sürecini denetler.
3) Değerlendirme: Sözlü olarak yapılır, yani öğretmen öğrencilere sorular verir, yazılı olarak, yani öğrenciler iletilen materyali özetler veya yazarlar, her gruptan öğrenciler iletilen materyali kısaca açıklar, bundan sonra öğretmen ödev verir (Crouch ve Mazur, 2001 ve Mazur, 1997).

Akran öğretimi, öğrencilerin birbirlerinden öğretmelerini ve öğrenmelerini içeren anlamlı öğrenmeyi sağlayıp öğrenmeye teşvik etme yöntemlerinden biridir ve çeşitli şekillerde gerçekleşir. İlk durumda öğrenme planlaması öğretmen tarafından yapılıp öğretim materyalini tasarlar; akran öğretmenlerini belirler ve onları eğitir. İkinci bir durumda, akran öğretiminin uygulanması aşamasında, öğretmen gruplar oluşturur, akran öğretmenleri materyali açıklar ve öğretmenler öğrenme sürecini denetler. Farklı bir uygulama yönteminde ise öğretmen materyali her gruba kısaca açıklar ve sorular vererek yazılı bir değerlendirme yapar (Boud, D., Cohen ve J. Sampson, 2001; Keppell,M., Au, E. ve Chan, C., 2006).

2.4. 3D Baskı Teknolojisinin Öğretimde Kullanımı

Üç boyutlu baskı teknolojisi, ilk olarak 1981 yılında Hideo Kodama tarafından ortaya atılmış olup, ultraviyole ışığına maruz bırakılarak foto-sertleşen bir polimerin ardışık katmanlarının kontrollü bir şekilde polimer kürlenmesiyle üç boyutlu nesnelerin üretilmesi şeklinde olmuştur. Bu yönteme dayanan ilk ticari yazıcılar 1986 yılında Charles Hull tarafından stereolitografi adı altında geliştirilmiş, onlarca yıl mühendislik alanında kullanılmıştır. Bunun da 3D yazıcıların daha hızlı prototipleme yapmak için mühendislik firmaları tarafından endüstriyel uygulamalarda tercih edilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Önceleri 3D baskı makineleri on binlerce dolara mal olabilmekteydi. Fakat zamanla bu teknolojinin işlevselliği ve çok daha fazla talep edilmesi sonucunda fiyatı düşmüş olup, sadece mühendislik alanı içinde sıkışmayıp kullanım ve erişilebilirlik açısından kişisel, eğitim, küçük işletmeler için kullanılmak üzere geniş bir alana yayılmıştır. Şimdilerde 3D baskı teknolojisinin otomobil, havacılık, endüstriyel, mühendislik, tıp, elektronik, sanayi, bilim vb. olmak üzere birçok sektörde kullanımı mevcuttur (Ambrosi ve Pumera, 2016).

Geometrik şekillerin üretilmesinde malzemelerin ilk katından itibaren delme, oyma gibi teknikler gerektiğinden nesnelerin üretilmesi zor olabilmektedir. 3D baskı teknolojisi ile matematiksel bir kavram önce bilgisayar destekli tasarım modeline dönüştürülerek daha sonra üç boyutlu somut bir nesneye dönüştürülebilmektedir. Elde edilen 3D baskılı nesne bilgisayar modelinin geometrisine milimetrekaresine kadar sadık kalabilmektedir Bir tasarımcı 3D baskı teknolojisini kullanarak kısa sürede zihninde tasarladığını bilgisayar modeline daha sonra ise somut bir nesneye dönüştürebilir. George Hart, 3D baskıyı kullanarak geometrik nesneler üretmek için öncelikle

matematiksel işlemleri, denklemleri bilgisayar ortamına dökmek istemiş ve Mathematica programının da yardımıyla, iki boyutlu vektör grafiklerinin üç boyutlu hale getirilmesi sağlanarak modelin parçaları hareket ettirilebilir, kopyalayıp yapıştırabilir ve nesneleri çeşitli şekillerde dönüştürebilir hale getirmiştir. Hatta belirli eğrilerin etrafında parametreli şekilleri bir araya getirerek karmaşık yapıdaki ağ yüzeylerinin dahi somutlaştırılmasını sağlamıştır (Segerman, 2012).

"3D baskı eğitim sisteminde nasıl kullanılıyor?" sorusunun cevabını araştırdığında; öğrencilere 3D baskıyı öğretmek, eğitimcilere 3D baskı hakkında bilgi vermek, tasarım ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesi konusunda yöntem ve teknikleri öğretmek, öğrenmeye yardımcı nesneler üretmek ve yardımcı teknolojiler oluşturmak şeklinde kategoriler altında toplanabildiği görülmektedir (Ford ve Minshall, 2018).

Eğitimde, 3D baskı teknolojisinin kullanımı teknolojinin öğrencilere önemli faydalar sağlamaktadır. Mühendislik ve tıp bilimleri başta gelmek üzere ilgili alanlardaki kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlamakta ve görselleştirme becerilerinin kazanılmasına yardımcı olmaktadır (Huang ve Lin, 2017).

2.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Öğretimde Kullanımı

3D yazıcı teknolojisi klasik mühendislik yöntemleriyle üretilmekte zorlanılan karmaşık ve girift geometrik parçaların üretiminde rahatlıkla kullanılabilmektedir. 3D yazıcı teknolojisi, eğitim alanında da ihtiyaç duyulan fakültelerde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu teknoloji bile kişinin bizzat kendi elleriyle çizdiği ve çizerken tüm yönlerini keşfettiği, en ufak ayrıntısını dikkate alabildiği boyutta değildi. Son dönemlerde bunu yapabilmemizi sağlayan cihazlar da geliştirilmiştir. 3D yazıcı kalem (3D printing pen) olarak adlandırılan bu teknoloji elinize bir kalem alıp havaya yazı yazmak gibi bir işleve sahiptir (Çopur ve Türkdoğan, 2021; Kılıç Ekici, 2012; Knill ve Slavkovsky, 2013).

Günümüzde eğitimde kullanılan ve teknoloji 2 boyutlu defter sayfaları ve 2 boyutlu ekranlarla sınırlanmış durumdadır. Özellikle geometri konularının soyut dünyadan çıkarak görselleştirmesi önemlidir ve 2 boyutlu materyaller maalesef bu konuda yetersiz kalabilmektedir. Geometrik bir kavramın kâğıt üzerinde çizildiği haliyle 3 boyutlu yapısının görülmesi ve zihinde somutlaştırılması zordur. 3D yazıcı teknolojisi, birçok farklı malzemeyi ve teknolojiyi kullanarak üretilmesi mümkün olmayan parça geometrileri bile dakikalar içinde somut olarak elimize almamızı sağlar

(Kılıç Ekici, 2012; İbili ve Şahin 2013).

2.6. İlgili Araştırmalar

2.6.1. Akran Öğretim Modeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Akran öğretimi ile ilgili yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde akran öğretiminin akran destekli öğretim, akran eğitimi ve akran danışmanlığı gibi farklı adlandırmalarla yer aldığı ancak bu farklı adlandırmaların aynı hedefe ulaşmak istendiği görüldüğünden bunlar arasında ayrım yapılması beklenmemektedir (Nestel ve Kidd, 2003). Bu nedenlerden dolayı farklı isimlendirmeler içermelerine rağmen aynı amaca hizmet eden araştırmalar da eklenmiş olup aşağıda verilmiştir:

Eryılmaz (2004) lise düzeyinde fizik dersi başarısı ve tutumunda akran öğretimini incelemek için üç devlet lisesinde öğrenim gören 192 öğrenci ve kontrol üç, deney üç olmak üzere toplam altı grupta üç hafta süreyle çalışmıştır. Çalışma sonucunda akran öğretimi uygulanan grupta geleneksel yöntem uygulanan gruptaki öğrencilere göre fizik başarısının istatistiksel açıdan anlamlı sayılabilecek ölçüde değiştirildiği görülmüştür. Ancak geleneksel yöntem uygulanan grupla akran öğretimi uygulanan grup arasında fizik dersi Newton Hareket Kanunları konusuna karşı tutumlarında önemli farklılık tespit edilmemiştir.

Yardım (2009) yaptığı araştırmada akran öğretimi yönteminin dokuzuncu sınıfta öğrenim gören öğrencilerin matematik dersine ilişkin tutum ve davranışlarında meydana gelebilecek olan davranışsal ve bilişsel değişiklikleri gözlemlemek istemiş ve bu amaçla bir Anadolu lisesinde öğrenim gören on iki öğrenci ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmada akran öğretimi tekniklerinden karşılıklı ve çapraz olmak üzere iki farklı akran öğretim modelini kullanmıştır. Bir uzman görüşüne de başvurularak hazırlanma görüşme formundaki cevaplardan elde edilen bulgulardan elde edilen verilerle ulaşılan sonuçlara göre akran öğretimi yöntemi ile yapılan öğretimin akademik başarı puanlarını ve problem çözme becerilerini arttırdığıdır. Diğer yönlerden davranışsal özelliği baz alındığında öğrencilerin takım çalışmalarına daha çok önem vermeye başladığı ve özgüvenlerini yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır. Akran yoluyla yapılan öğretimin bilişsel açıdan kazandırdığı en önemli etkilerinden biri öğrencilerin öğretirken öğrenmesidir ve rol teorisinin etkisidir. Çapraz akran eğitimi yapılarak incelenen gruplardaki akranlarına öğretim sağlamaya yardımcı öğrencilerin rol teorisinde bahsedildiği üzere öğretmenlik rolünü üstlendiğini için o

rolün özelliklerini alarak ileride öğretmen olabileceklerini de görmesidir. Akran eğitimi ile yapılan çalışmalarda akranlar arasında öğretmeye yardımcı olan öğrencilerin arkadaşlık ilişkilerini geliştirdiği, kalıcılığı yüksek içerik sağladığı, akademik anlamda bilgilerinin arttığı ve liderlik becerilerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Şekercioğlu (2011) öğretmen adaylarında akran öğretimi yöntemi uygulanmasını araştırmış ve 157 öğretmen adayının katıldığı çalışmada elektrostatik konusunda geleneksel yöntem kullanılan gruba nazaran akran öğretimi uygulanan grup lehine bir başarı yüksekliği sonucuna ulaşmıştır. Fizik dersine yönelik tutumlarına bakıldığında ise anlamlı görülebilecek bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarına yapılan yarı yapılandırılmış görüşme ve uygulanan kavram testinden çıkan sonuçlara göre akran öğretimi yöntemi uygulanan grupta daha az olsa da yine de elektriksel potansiyel üzerinde kavram yanılgılarının sürdüğünü ve en çok zorlandıkları kısımlarım benzer olduğunu tespit etmiştir. Akran öğretimi uygulanan öğretmen adayı grubun kavramsal anlama düzeyleri ile geleneksel yöntemle karşılaştırılma yapıldığında durumun deney grubu lehine olduğu ve akran öğretiminin pozitif etkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Yavuz (2014), doktora tez çalışmasında matematik dersinde rasyonel sayılar konusunda web tabanlı akran ve öz değerlendirme sistemi ile gerçekleştirilen akran öğretiminin öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarını araştırmak için çalışmasına 472 öğrenci katılım göstermiştir. Dokuz hafta süren çalışma sonucunda deney grubu lehine akademik başarının artmış fakat rasyonel sayılar konusuna karşı tutuma yönelik gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Abdelkarim ve Abuiyada (2016) yaptığı çalışmada akran öğretiminin Umman'daki lisans öğrencilerinin matematik akademik başarıları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmaya 2014-2015 bahar döneminde Dhofar Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Birimi'nde “Sosyal Bilimler İçin Matematik I” dersine kayıtlı (32) lisans öğrencisi katılmıştır. Deneysel yöntem kullanılan çalışmada Matematik Başarı Testi (MACT) kullanılarak veriler toplanmıştır. Araştırma sonucunda akran öğretimi stratejisinin matematik başarısını arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar öğretim elemanlarına öğrencilerin matematikteki akademik başarısını arttırmak için akran öğretimini kullanmalarını önermiştir.

Özcan (2017) eylem araştırması yöntemini kullanarak niçel ve nitel yaklaşımların birlikte yer aldığı ve 12.sınıf öğrencileriyle 5 haftalık uygulama

sürecinde gerçekleştirdiği çalışmada asitler ve bazlar konusunun öğretiminde akran öğretiminin etkisini incelemiştir. Verilerin analiz sürecinde Asitler ve bazlar kavram testi, yöntem görüş ölçeği (YGÖ), kimya dersi tutum ölçeği, tartışmacı anketi nicel kısmı olmakla birlikte; mülakatlar ve gözlem notları da incelemenin nitel kısmını oluşturmuştur. Bulgulardan elde edilen analizlere göre akran öğretimi yöntemi kullanılarak ders işleme süreci yürütülen grupta öğrencilerin akademik anlamda başarılarının arttığı, kavramsal anlama düzeyinin geliştiği ve kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Canpolat (2019) çalışmasında karma yöntem araştırma desenini kullanarak lise düzeyinde çözeltiler konusunun öğretiminde akran öğretimi yönteminin öğrencilerin kavramsal anlayışlarına etkisini incelemek istemiştir. Çalışmaya 59 on birinci sınıf öğrencisi katılmış ve çalışma haftada 4 saat olmak üzere toplam 5 hafta sürmüştür. Çalışmanın sonucunda deney grubu öğrencilerinin çözeltiler konusu ile ilgili kavramların anlaşılması ve kavram yanılgılarının giderilmesi açısından akran öğretimi yönteminin mevcut öğretim yönteminden daha etkili olduğunu tespit etmiştir.

Fındık (2020) yaptığı çalışmada akran öğretiminin İngilizceyi yabancı dil olarak öğrenen çocuklarda İngilizce kelime öğrenme ve öz düzenleme üzerindeki etkisini incelemek istemiştir. Öğrencilerin becerilerine göre ve akranlarıyla olan ilişkilerine göre 'Düşün- Eşleş-Paylaş' ve 'Ayrılıp Birleşme' teknikleri kullanılarak bir öğrenme ortamı yapılmaya çalışılmıştır. Örneklem olarak bir devlet okulunda 40 kişilik 7. Sınıf öğrenci oluşturmuş ve katılımcıların yeterlilik düzeyinin aynı olmasına önem gösterilmiştir. Ön test, son test, kelime öğreniminde öz düzenleme kapasitesinin Türkçe versiyonu (SRCvoc), karşılıklı akran geri bildirimleri, tutumlar ve öğrencilerin duygu ve düşüncelerinin yer aldığı günlüklerden veriler elde edilmiştir. Nicel veriler SPSS 22.0 istatistik programında incelenmiş, SRCvoc ölçeğinden elde edilen sonuçlarda kelime stratejileri üzerinde akran eğitiminin önemli fark oluşturduğu görülmüştür. Araştırmacı eğitiminde öğrencilerin karşılıklı etkileşiminin öğrencilerin öğrenme stratejilerini olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Koç (2020) yaptığı araştırmada öğretmen adayları üzerinde bulut tabanlı akran öğretiminin onların akademik olarak başarılarına etkisini incelemek istemiştir. Bunun için 34 deney ve 35 kontrol grubu olmak üzere 69 kişiden oluşan araştırma hem nicel hem de nitel olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda; Araştırmada deney grubunun akademik başarı testine tabi tutulduğunda kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde fark görülmediği, derse yönelik tutumlarında ve iletişim becerilerini arttırma konusunda da

pozitif etkili olamadığı görülmüştür. Bunun internet sorunu gibi teknik yeterlilik olmadığından hazır bulunuşluğun süreci olumsuz etkileyebileceğinden bahşedilmiştir. Öğretmen adaylarının sürece ilişkin görüşlerinde ise bulut tabanlı akran öğretiminin akran gruplarında verimli olduğu, iletişimi arttırarak sorumluluk ve özgüven duygusu kazandırdığı yer almıştır.

Kim, Jillapali ve Boyd (2021) akran öğretmeninin öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkilerini incelemek için yaptığı çalışmada araştırmaya ABD'deki bir devlet üniversitesinde hemşirelik bölümü öğrencilerinden 317 öğrenciden 207'si katılmıştır. Yarı deneysel bir çalışma yapılarak, akran özel ders programı, ek akademik desteğe ihtiyaç duyan öğrencilere ücretsiz ve bire bir yardım sağlamıştır. Bulgular sonucunda katılımcılar, katılımcı olmayanlara kıyasla daha düşük ilk sınav puanlarına sahip olsa da katılımcıların son sınav puanları 100 puan üzerinden 4 puan artmıştır. Katılımcı olmayan öğrencilerin ise puanları değişmemiştir. Çalışmanın sonucunda akran öğretmenlerinin ders başarısızlık oranlarını düşürmenin yanı sıra öğrencilerin akademik başarısını iyileştirmede de etkili olduğu görülmüştür.

Spivey ve ark. (2021) birinci sınıf öğrenci eczacılar arasında genel olarak zor görülen bir ders olan eczacılık matematik dersinde akran liderliğindeki çalışma oturumlarının performansları üzerindeki etkilerini incelemek istediği araştırmasına 200 öğrenci katılmıştır. Yirmi dört öğrenci (%12) oturumların çoğuna katılmış ve 176 öğrenci (%88) daha az oturuma katılmıştır. Beş çalışma toplantısına katılan 24 öğrenciden tümü eczacılık matematik dersini geçerken, daha az oturuma katılan 176 öğrenciden 12'si eczacılık matematiğinde başarısız olmuştur. Beş çalışma oturumuna katılan öğrencilerin başarısız olma durumu hiç katılamayanlara oranda %6.8 daha az çıkmıştır. Beş çalışma toplantısına katılan öğrencilerin başarısız olma durumunda ise %17.1 azalma olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, akran liderliğindeki çalışma oturumlarına katılan öğrencilerin eczacılık matematik dersinde başarısız olma ihtimalinin daha az olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Khanal ve diğerleri (2021) yaptığı araştırmada Nepal'deki lisede öğrenim gören öğrencilerin matematik dersi için kullandıkları öğrenme stratejilerini incelemiştir. Kentsel ve kırsal bölgelerden 24 özel okul ve devlet okulundan toplam 1394 öğrencinin yer aldığı çalışmada öğrencilerle yapılan gözlem, mülakat ve anketler sonucunda öğrencilerin %25'inin akran öğrenme stratejisini kullandığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre akran öğretimi yöntemi Nepalli lise öğrencileri tarafından matematik dersinde en fazla tercih edilen strateji olmuştur.

2.6.2. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Matematik Dersinde Uygulanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Uluslararası literatürde ve ulusal literatürümüzde 3D yazıcı kalem teknolojisinin eğitim ve öğretimde kullanıldığı çalışma sınırlı olup aşağıda verilmiştir:

Ng, Sinclair ve Davis (2018), yeni 3D teknolojileri matematik hakkında bilişsel ve pedagojik bilgilere nasıl katkıda bulunduğunu hakkında makale yazmışlardır. Bir pilot matematik dersinde, öğrencilerden 3D kalemiyle geometrik çizimler yaparak integraller kullanıp şekillerin hacimlerini çözmeleri istenmiştir ve öğrencilerin soruyu çözdükleri görülmüştür. Başka bir derste koordinat eksenindeki bir eğriye fiziksel olarak teğet doğrular çizmişlerdir ve bu eğriyi x ekseni etrafında rahatlıkla döndürmeyi başarmışlardır. Bir başka pilot matematik dersinde ise, öğrenciler üçgenler çizmiş ve kenar ve açı özellikleri bakımında karşılaştırmaları ve eş üçgenlere aynı renk bal mumu kullanarak 3D kalemiyle çizmeleri istenmiştir. Bir öğrenci 6 üçgeninde eş olduğunu öne sürmüş ve bunu onaylamayan başka bir öğrenci üçgenleri üst üste yerleştirdiğinde arkadaşının haklı olduğunu gözlemlemiştir. Bir başka derste iki paralel ve bir bu paralel doğruları kesen bir doğru çizmişler bunların arasında kalan iç ters ve dış ters açıları göstermeleri istenmiştir. Bir derse parabolü tam bir turla el hareketleriyle çevirdiklerinde bir çember elde ettiklerini gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda okul matematiğinde 3D çizim teknolojilerini kullanarak kavramların öğrenilmesini desteklediği, matematik dersini ezbercilikten ve kuralların uygulandığı bir durumdan somutlaştırmalar yaparak daha zevkli hale getirdiği görülmüştür. Bu şekilde 3D kalemler ile okul matematiği algılarında reform yapmak için örnek teşkil edilebileceği söylenmiştir. Makale, geometri için öğrencilerin "basit" bir 3D çizilmiş küpün özelliklerini keşfederek kalıcı bilgi sahibi olmasında, ölçme ve hesaplamalarda, matematiksel modellemelerde 3D teknolojisinden kullanılmasını önermektedir.

Çopur (2019) “3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Geometri Derslerinde Kullanımının Etkililiğinin İncelenmesi” adlı tez çalışmasında 10.sınıfta öğrenim gören 12 öğrenci ile katı cisimler konusunda 3D yazıcı kalem kullanılmasına imkan veren iki çalışma yaprağı hazırlayarak sınıf içinde uygulamalar yapmış ve süreç sonunda öğrencilerin etkinlikler ile ilgili görüşlerine başvurmak için 41 olumlu maddeden oluşan 5’ li Likert tipi öğrenci görüş formu hazırlamıştır. Ayrıca 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulamasını yapan matematik öğretmeni için de 35 olumlu maddeden oluşan 5’ li Likert tipi akademisyen\öğretmen görüş formu ile yarı yapılandırılmış

görüşmeler yapılmıştır. Akademisyen\öğretmen görüş formu 2 akademisyen, 5 yüksek lisans yapmakta olan matematik öğretmeni, 1 uygulamayı yapan matematik öğretmeni ile 9 matematik öğretmeni olmak üzere 17 öğretmene uygulanarak 3D yazıcı kalem ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Uygulamaya katılan öğrencilerin ankete verdikleri ortalama 181,75 (4,43) puan, öğretimde kullanılan 3D yazıcı kalem teknolojisinin iyi düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. Akademisyenlere ve öğretmenlere uygulanan ankette ise ortalama puan 156,30 (4,47) olup materyallerin iyi düzeyde etkili olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre 3D yazıcı kalem teknolojisi ve kalemin kullanımına uygun hazırlanan çalışma yaprakları, uygulamaya katılan öğrencilerin konuyu keşfetmesini ve kavramasını sağlayarak öğrenimi olumlu yönde etkilemiştir. Araştırmacı 3D yazıcı kalemi, geometri konuları öncelikli olmak üzere, matematik dersi için diğer öğrenme alanlarındaki kazanımların öğretilmesinde kullanılması için öneride bulunmaktadır.

Ng ve Ferrara (2019) "Yaparak Öğrenmek Materyalist Bir Vizyona Doğru: Okul Matematiğinde 3D Yazıcı Kalemlerin Örneği" adlı makalesinde öğrenciler, her bir ilkokuldan birer tane olmak üzere iki öğretmen ve ilköğretim beşinci sınıf öğrencisi (n = 25) ve ilköğretim altıncı sınıf öğrencileri (n = 28) prizmaların ve kesitlerin özelliklerini sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerine katılarak 3D yazıcı kalemleri ile kendi elleriyle şekiller yaratmışlardır. Çalışmada öğrencilerde dikdörtgenler prizması ve üçgen prizma çizmeleri istenmiş ve öğrenciler kendileri nereden başlayacaklarını keşfederek verilen görevi yerine getirmişlerdir. Araştırmacı öğrencilere; "Üçgen prizmayı nasıl çizdiniz?", "Çizdiğin üçgen prizmanın kaç köşesi ve kaç yüzeyi var?" gibi sorular yönelterek onların 3D yazıcı kalem kullanarak inşa ettikleri şekiller üzerinde düşünmelerini sağlamıştır. Öğrencilerden renkli balmumu kullanarak üçgen prizmayı yeniden inşa eden olmuştur. Bir başka derste öğrenciler silindire elips ve piramitte yükseklik çizmişlerdir. Araştırma matematik dersinde 3D yazıcı kalem kullanılmasının mevcut matematik eğitiminde hâkim olan geometri müfredatından hareketle düz çizgilerin ötesine bakmaya teşvik ettiğini, öğrencilerin uzay ve üç boyutlu doğa hissini 'Yaparak ve yaşayarak öğrenme' fırsatı bulduğu, özellikle STEM eğitimi uyumlu olduğunu, gerçek dünya sorunlarına ve projelerine uygulanabilirliğini savunmaktadır. Araştırmacıların önerisi, bu yeni teknolojinin özellikle soyut matematiksel kavramları öğrenmede kullanıldığında katkıda bulunacağı yönündedir.

Çopur ve Türkdoğan (2021) yaptığı çalışmada, 3D yazıcı kalem teknolojisinin

matematik dersinde uygulanmasında nasıl yansıdığını incelemek istemiştir. Çalışma 3D yazıcı kalemle uyum sağlayacak şekilde hazırlanmış olan çalışma yaprağının katı cisimler konusunun öğrenimine etkisini araştırmak için 10.sınıfta öğrenim görmekte olan 12 öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışmada 3D yazıcı kalem teknolojisi ve yardımcı araç gereçlerle desteklenen çalışma yaprağıyla birlikte öğrenciler 2 ve 3 boyutlu somut materyaller oluşturabilmiş ve bu sayede matematiksel deneyim de edinebilmiştir. Öğrencilerin istendikleri zaman cisim üzerinde eksiltme-parçalarına ayırma veya ekleme işlemlerini gerçekleştirebilmeleri özellikle geometri konularında cismi pratik bir şekilde keşfederek kavramlarının anlaşılmasına katkıda bulunmuş ve öğrenme sürecine büyük destek sağladığı görülmüştür. Araştırmacılar ilköğretimde ve ortaöğretimde, tüm 2 boyutlu şekiller ve 3 boyutlu cisimlerin işlendiği konularda (doğru parçası, doğru, ışın, kenarortay, açıortay, simetri, fonksiyon, yüzey alanı vs.) 3D yazıcı kalemin kullanılmasını önermektedir.

2.6.3. 3D Yazıcı ve 3D Baskı Teknolojisinin Matematik Dersinde Uygulanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Gür (2017) çalışmasında klasik yöntemlerle üretilmesi zor olan matematiksel modelleri, sadece soyut sembol ve rakamlardan oluşan matematiksel denklemleri 3D yazıcılar kullanarak somut hale getirip elle tutulur bir parçaya dönüştürülmesini incelmiştir. Bu işlemleri K3DSurf yazılımı kullanarak gerçekleştirmiş Diamond denklemlerini 3 boyutlu matematiksel modellere dönüştürmüştür.

Huleihil (2017) "Matematik ve Geometri Öğretim Uygulamaları İçin Yenilikçi Bir Araç Olarak 3D Baskı Teknolojisi" adlı makalesinin konusu okulların rollerini ve gelecekte insanların teknolojinin gelişimi ve bunun birçok alanda yarattığı yeni gerçeklik ile başa çıkmaya hazırlayacak bir eylem planını mümkün olan en kısa zamanda tasarlamak üzerine tartışılması olmuştur. Makaleye göre bu eylem modelinin kâğıt üzerinde tasarım, bilgisayar destekli tasarım ve üretim olmak üzere üç öğretim modeli içerir. Yapılan araştırmada altıncı sınıf düzeyinde 3D uygulamaları yapılarak öğrencilerin hem kâğıt üzerinde hem de bilgisayar programlarını kullanarak hacim, yüzey alanları hesaplamaları yapmalarının fırsatı verilmiştir. Elde edilen bulgularda öğrencilerin küp, kare, koni vb. gibi basit yapıları tasarlamasının ve bunları yazdırmayı öğrenmesinin çok fazla zaman almadığı görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin 3D baskı teknolojisini kullanmasında sabır ve hayal gücü gözlemlenmiş ve gerek

öğretmenler gerekse öğrenciler 3D baskı hakkında daha fazla bilgi edinmek istediklerini ifade etmişlerdir.

Yıldırım ve Keşan (2022) yaptığı çalışmada matematik derslerinde üç boyutlu (3B) yazıcı kullanımın ortaokul öğrencilerinin 3B yazıcı ve 3B yazıcı destekli matematik öğrenme sürecine ilişkin öğrencilerin düşüncelerini incelemiştir. Nitel bir araştırma olup içerik analizi ile analizlerine ulaşılan çalışma sonucunda öğrencilerin 3B yazıcı hakkında düşüncelerini incelemek için 3B nesneler yazdıran cihaz olduğu "işlev", 3B yazıcıya yükledikleri anlam "algı", somutlaştırmak özelliği "somutluluk" ve "teknik konular" temaları altında değerlendirilmiştir. 5,6 ve 8. sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrenci cevaplarından elde edilen sonuçlarda fazla teknik konulara ait kodların olduğu görülmüştür. İşlev ve somutluk kodları sınıf düzeylerine göre birdirbire çok yakın olup, teknik konularda en fazla 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin ; algı temasında ise en fazla 5. Sınıf öğrencilerinin kodlar oluşturduğu görülmüştür. Çalışmanın ikinci alt amacı olan ortaokul öğrencilerinin matematik dersinde 3B yazıcı destekli öğrenme sürecine ilişkin düşüncelerinin neler olduğu sorusu için öğrenci cevapları "kazanımlara katkı", "somut deneyimler" ve "duyuşsal alan" olmak üzere üç tema altında toplanmıştır. Elde edilen sonuçlarda öğrenciler sürecin en çok kazanımlara olan katkısından bahsetmiştir. Sınıf düzeylerine göre Duyuşsal alanda eşit kod çeşitliliği olmasına rağmen somut deneyimler temasında en fazla 5. Sınıf öğrencileri, kazanımlara katkı temasında ise en fazla 8. Sınıf öğrencileri kod oluşturmuştur.

Aslan ve Çelik (2022) yaptığı araştırmasında 3D baskı teknolojisinin eğitim alanında uygulanmasına ilişkin literatür çalışmalarını gözden geçirdiğinde 2009-2022 yılları arasında 3D baskı teknolojisi üzerinde yapılan çalışmaların fizik, kimya, biyoloji ve matematik eğitimi alanlarında K-12 düzeyinde olduğunu ve 3D baskı teknolojilerinin eğitimde kullanımına yönelik çalışmaların 2019 yılından itibaren önemli derecede artış gösterdiğini gözlemlemiştir.

Akran öğretimin eğitimde kullanılmasına ilişkin alan yazın çalışmalarında kullanımındaki kolaylıklar ve aktif öğrenme ile eğlenerek öğrenmeyi sağladığı ve öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkileri olduğu, bilişsel ve duyuşsal becerilerinin gelişmesine katkı sağladığına dair sonuçlar çoğunlukta olmasına rağman derse yönelik tutumlarındaki değişme sonuçları farklılık göstermektedir. Araştırmaların farklı ders branşlarında yapıldığı ve matematik dersi için deneysel çalışmanın oldukça sınırlı olduğu görülmüş olup bu araştırmanın literatüre katkı

sağlayacağı düşünülmektedir.

3D yazıcı kalem teknolojisinin kullanılmasına ilişkin alan yazın çalışmaları incelendiğinde 3D yazıcı kalemlerin çok yeni teknolojik ürünler olaması sebebiyle eğitime ilk yansıdığı çalışmalar uluslararası literatürde 2018, ulusal literatürde ise 2019 yılında rastlanmıştır. Öncesinde ise 3D baskı teknolojisine yönelik araştırmalar şeklinde olduğu ve bunların da genelinin araştırma makalesi olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Araştırmalar incelendiğinde 3D yazıcı kalem uygulamasının öğrencilere somut deneyimler sunması, dersi eğlenceli hale getirerek sevdirmesi ve özellikle geometri konularının kazanımlarının öğretiminde olumlu etkisi öne çıkan sonuçlardandır. 3D yazıcı kalem teknolojisinin ulusal literatürde matematik dersi için akademik başarıyı ölçtüğü deneysel çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bilgiler doğrultusunda bu araştırma önem kazanmış olup, ilgili alan yazındaki boşluğu doldurmak ve sonraki araştırmalarda fikirler vermesi açısından önem kazanmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması ve verilerin analizine yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Yapılan bu araştırmada, Adana ili Sarıçam ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunda 7. Sınıf matematik dersi "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanının "Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" konularının öğretiminde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisini incelemek ve öğrencilerin sürece ilişkin görüşlerine başvurmak amaçlandığından nitel ve nicel bulguların bir arada bulunduğu karma yöntem deseni tercih edilmiştir.

Karma yöntem deseni, bir çalışmanın veya birbirini takip eden çalışmalarda nicel ve nitel yöntemlerin, kavramların ve yaklaşımların birleşmesi şeklinde tanımlanabilir. Nicel ve nitel verilerin ikisini de kullanarak araştırmak yapmak yaklaşımlardan birini tek başına kullanmaktan daha etkili şekilde problemleri anlamamızı sağlar (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004; Creswell vd., 2011). Çalışmada önce nicel veriler toplanılıp analizleri yapıldıktan sonra nitel verilerin analizine geçildiği için sıralı açıklayıcı tasarım uygulanmıştır (Creswell, 2017). Burada öncelik matematik başarı testinden ve geometriye yönelik tutum ölçeğinden elde edilen nicel verilerde olup deney gruplarındaki öğrencilerle yapılan görüşmelerle elde edilen nitel verilerle çalışmanın desteklenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada beklenmeyen bulgular ortaya çıkması durumunda da açıklamasının yapılabilmesi açısından bu yöntem tercih edilmiştir. Ayrıca, konunun derinlemesine inceleme fırsatı sağlaması güvenirliği ve geçerliği arttırmada katkı sağlamıştır.

Araştırmada nicel verilerin elde edilmesinde öntest-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu modelde yansız atama ile oluşturulan gruplar deney ve kontrol gruplarını oluşturur (Büyüköztürk, 2007). Deneysel sürece ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Araştırmanın Deneysel Süreci

Gruplar	Ön Testler	Öğretim Yöntemi	Son Testler
Deney Grubu I	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği	Akran Öğretimi Uygulamaları (Akran öğretimi etkinlikleri, çalışma yaprakları, videolar vb.)	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği
Deney Grubu II	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği	3D Yazıcı Kalem Teknolojisi Uygulamaları (3D yazıcı kalem etkinlikleri, çalışma yaprakları, videolar vb.)	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği
Kontrol Grubu	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği	Mevcut Öğretim Programı (7. Sınıf matematik ders kitabı ve etkinlikleri)	-Matematik Başarı Testi -Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği

Araştırmanın nitel kısmında yarı yapılandırılmış görüşme uygulanmıştır. Araştırmacı incelemek istediği konuyla ilgili daha önceden hazırladığı sorularla görüşmeyi gerçekleştirir. Görüşme sırasında gerekirse rehberlik edecek sorular yeniden düzenlenebilir, soru eklenebilir veya soru çıkartılabilir. Bu da araştırmacıya ve katılımcıya esneklikler sunar (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.2. Evren ve Çalışma Grubu

Araştırmanın evreni 2021-2022 eğiitim ve öğretim yılında Adana ili ilçelerindeki resmi okullarda öğrenim gören ortaokul 7. Sınıf öğrencileridir. Araştırmanın çalışma grubunu ise Adana ili Seyhan ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7.sınıf 90 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerden 30'u Deney I grubunda, 30'u Deney II grubunda ve diğer 30 öğrenci de kontrol grubunda bulunmaktadır. Araştırılması planlanan bu çalışmanın örneklemi seçilirken araştırmacının çalıştığı okulda çalışma gerçekleştirileceği için uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu belirlenirken uygun örnekleme yöntemi seçkisiz olmayan örnekleme yöntemidir.

Zaman, para ve iş gücü bakımından sınırlılıklar sebebiyle örneklemin kolay ulaşılabilme ve uygulama yapılabilmesinden ötürü tercih edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2020).

3.3. 1. Deney ve Kontrol Gruplarının Belirlenmesi

2021-2022 eğitim-öğretim yılında Adana ili Seyhan ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencilerinin matematik akademik başarıları ve matematik başarı testi ön test puanları dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda başarı puanları yönünden (7/A ve 7/C) öğrenim gören toplam 60 öğrenci ile yarı deneysel çalışma gerçekleşmiştir. Rastgele seçilen bu iki gruptan I. Deney grubu 7/A, II. Deney grubu 7/C olarak adlandırılmıştır. I. Deney grubuna akran öğretimi yöntemi ve II. Deney grubuna ise 3D yazıcı kalem teknolojisi çalışması uygulanmıştır. Başarı puanı diğer şubelerde öğrenim gören öğrencilerden farklı olan 7/B şubesi ise kontrol grubu olarak isimlendirilmiştir.

Araştırmanın I. Deney grubu 30 erkek öğrenciden ve II. Deney grubu 30 kız öğrenciden oluşmaktadır. Kontrol grubu ise 30 kız öğrenciden oluşmaktadır.

3.3.1.1. Akademik Başarı

Araştırmaya katılan grupların akademik başarı açısından birbirine denk olduğunu belirlemek amacıyla karne notlarına bakılmış ve öğrencilere “Matematik Başarı Testinde” yer alan 15 soru öntest olarak sorulmuştur (EK-1). Öğrencilerin 2021-2022 eğitim öğretim yılı birinci dönem matematik dersi karne notları E-okul sisteminden alınarak sınıf denkliklerine bakılmıştır ve veriler Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2.

Öğrencilerin Matematik Dersi Karne Notlarının Denklikleri

Sınıf Şubeleri	**N**	**$\bar{X}$**
7/A	30	63.56
7/B	30	60.33
7/C	30	61.96

X^2=2.933 Sd=25 P=1.00

Tablo 2'de farklı şubelerde öğrenim gören öğrencilerin matematik dersi karne notlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. 7/A şubesindeki öğrencilerin matematik dersi kerne notlarının aritmetik ortalaması $\bar{X}$ =63.56, 7/B şubesindeki öğrencilerin matematik dersi kerne notlarının aritmetik ortalaması $\bar{X}$ =60.33 ve 7/C şubesindeki öğrencilerin matematik dersi kerne notlarının aritmetik ortalaması $\bar{X}$ =61.96'dır. Yapılan analiz sonucuna göre deney grupları seçilen 7/A, 7/C ve kontrol grubu seçilen 7/B sınıflarındaki öğrencilerin matematik karne notları arasında anlamlı bir fark yoktur (X^2=2.933, P=1.00>.05).

Araştırmaya katılan deney gruplarındaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı testi ön test puanlarına göre dağılımları Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3.

Öğrencilerin Matematik Başarı Ön Test Düzeylerinin Sınıf Şubelerine Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları

	Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	F	P
Matematik Başarı Ön Test Puanları	7/A	30	26.2220	11.0634	2.448	.091
	7/B	30	22.4446	10.4288		
	7/C	30	28.4446	10.3477		
	Toplam	90	25.704	10.7896		

Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin matematik başarı ön test düzeylerinin sınıf şubelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan ANOVA testinde sınıf şubelerine göre farklılaşma olmadığı görülmektedir [F (2.88) =2.448, p>.05].

Başka bir deyişle sınıf seviyelerine göre ortalama puanlara bakıldığında; 7/A şubesindeki öğrencilerin ortalama puanı ($\bar{X}$ =26.2220), 7/B şubesindeki öğrencilerin ortalama puanı ($\bar{X}$ =22.4446) ve 7/C şubesindeki öğrencilerin ortalama puanı ($\bar{X}$ =28.4446) arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Tablo 3'te öğrencilerin akademik başarı puanları istatistiksel olarak birbirine yakın görüldüğünden 7/A şubesi akran öğretiminin uygulanacağı deney grubu "Deney Grubu I", 7/C şubesi 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanacağı deney grubu "Deney Grubu II" ve 7/B şubesi ise "Kontrol Grubu" olarak atanmıştır.

Deney gruplarını ve kontrol grubunun geometri konularına karşı tutumları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek için "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" uygulanarak elde edilen sayısal veriler aşağıda verilmiştir.

3.3.1.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanları

Öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarına ilişkin verilere ulaşabilmek için deney gruplarında ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" ön test olarak uygulanmıştır. Deney grupları ve kontrol grubunun geometriye yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla bağımsız gruplar T testi yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4.

Öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" Ön Test Düzeylerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları

	Gruplar	N	X̄	Ss	F	P
Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanları	Deney Grubu I	30	1.9667	.22032	2.449	.092
	Deney Grubu II	30	1.8764	.18488		
	Kontrol Grubu	30	1.9958	.24452		
	Toplam	90	1.9463	.22147		

Tablo 4 incelendiğinde, öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" ön test düzeylerinin sınıf şubelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan ANOVA testinde deney grupları ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön test puanlarında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır [F (2.88) =2.449, p>.05].

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada Matematik Başarı Testi, Geometri Tutum Ölçeği ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

3.3.1. Matematik Başarı Testi

Bu çalışmada Matematik Başarı Testi, Geometri Tutum Ölçeği ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

Deney gruplarına ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulanan matematik başarı testi geliştirilirken sırasıyla aşağıdaki aşamalardan geçmiştir:

1. Öncelikle testin amacı 7.sınıf öğrencilerinin "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanındaki "Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" konularındaki akedemik başarısını ölçmek olduğu için ilgili kazanımlar kazanımları ortaokul 7. sınıf matematik dersi öğretim programından belirlenmiştir.

2. Daha sonra MEB'in daha önce yayımladığı kazanım testlerinden ve EBA uygulamasında yer alan sorulardan "Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" konularındaki bütün kazanımları kapsayacak şekilde, testin bir ders saati (40 dakika) süresinde çözülmesi bekleneceğinden 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir başarı testi hazırlanmıştır.
3. Oluşturulan "Matematik Başarı Testi" matematik eğitimi alanında uzman üç öğretim elemanının, aynı üniversitede yüksek lisans yapan üç matematik öğretmeninin ve MEB'e bağlı okullarda çalışan beş matematik ve iki Türkçe öğretmenin görüşlerine sunulmuş ve dönütler doğrultusunda iki soru testten çıkartılmış, bir soru da düzeltilerek kullanılmıştır. Gelen dönütler doğrultusunda bir soru maddesinin soru ekine eklemeler yapmanın sorunun anlaşılırlığı açısından önemli olabileceği düşünülmüştür. Örneğin; "Şekildeki balkonları birbirine paralel yangın merdiveninde verilen açının ölçüsü 48 derece ise soru işareti kaç derecedir?" soru maddesi "Şekildeki balkonları birbirine paralel yangın merdiveninde verilen açının ölçüsü 48 derece ise merdiven ile balkon arasındaki geniş açının ölçüsü kaç derecedir?" şeklinde değiştirilmiştir.
4. Hazırlanan matematik başarı testi daha önce ilgili kazanımların verildiği 116 8. Sınıf öğrencisine uygulandıktan sonra madde ve test analizleri yapılmış, 18 soru maddesinin madde güçlük indisleri (pj), standart sapmaları (sj), ayırıcılık indisleri (rjx) hesaplanmış olup Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5.

Matematik Başarı Testinin Madde Güçlük İndisleri (pj), Standart Sapmaları (sj), Ayırıcılık İndisleri (rjx), t ve p Değerleri

Madde No	**Pj**	**Sj**	**Rjx**	**T**	**P**
1	.80	.39	.33**	3.239	.002
2	.54	.50	.37**	4.330	.000
3	.40	.49	.18	1.549	.127
4	.37	.48	.14	1.862	.068
5	.59	.49	.45**	4.392	.000
s6	.56	.50	.32**	3.005	.004
7	.46	.50	.28**	3.254	.002
8	.39	.49	.32**	3.303	.002
9	.61	.49	.36**	4.330	.000
10	.40	.49	.23**	2.128	.037
11	.57	.50	.23**	2.372	.021
12	.38	.49	.35**	3.132	.003
13	.45	.50	.25**	3.005	.004
14	.50	.50	.40**	3.923	.000
15	.50	.50	.25**	2.968	.004
16	.56	.50	.41**	4.294	.000
17	.37	.49	.29**	3.303	.002
18	.40	.49	.14	1.035	.305

Tablo 5 incelendiğinde; on sekiz sorudan oluşan matematik başarı testinde yer alan maddelerin seçiminde madde güçlük indekslerinin 0.20 ile .080 arasında olması beklenir (Özçelik, 2010). Buna göre bütün maddelerin madde güçlük indeksi 0.20 ile 0.80 arasında olduğundan çıkarılan madde olmamıştır. Diğer yandan ayırıcılık indisinin 0.20'nin altında olan maddelerin (3, 4, 18) atıldığı 0.20 ile 0.30 arasında kalan maddelerin (7, 10, 11, 13, 15, 17) maddelerin düzeltilerek kullanıldığı görülmektedir (Büyüköztürk, 2019). Daha sonra %27'lik alt grup aritmetik puanı ile %27'lik üst grup aritmetik puanları arasında anlamlı bir farklılaşma olup olmadığını incelemek için bağımsız gruplar T testi uygulanmıştır.

Tablo 6.

Matematik Başarı Testinin Madde Güçlük İndisleri (pj), Standart Sapmaları (sj), Ayırıcılık İndisleri (rjx), t ve p Değerleri

Madde No	**Pj**	**Sj**	**Rjx**	**T**	**P**
1	.79	.37	.31**	4.387	.001
2	.56	.51	.47**	6.340	.000
3	.61	.47	.52**	7.085	.037
4	.63	.49	.18**	3.784	.002
5	.56	.50	.69**	2.712	.000
6	.42	.38	.32**	4.338	.004
7	.49	.46	.39**	3.453	.000
8	.39	.39	.25**	1.078	.002
9	.57	.49	.27**	3.089	.001
10	.39	.51	.40**	2.985	.000
11	.46	.49	.36**	3.871	.000
12	.52	.51	.43**	6.403	.002
13	.53	.49	.29**	2.680	.032
14	.54	.36	.32**	4.968	.000
15	.36	.47	.38**	3.002	.005

Tablo 6 incelendiğinde; on beş sorudan oluşan matematik başarı testinde yer alan maddelerin seçiminde madde güçlük indekslerinin 0.20 ile .080 arasında olması beklenir (Özçelik, 1981; Büyüköztürk, 2019). Buna göre bütün maddelerin madde güçlük indeksi 0.20 ile 0.80 arasında olduğundan çıkarılan madde olmamıştır. Diğer yandan ayırıcılık indisinin 0.20'nin altında olan madde bulunmadığından %27'lik alt grup aritmetik puanı ile %27'lik üst grup aritmetik puanları arasında anlamlı bir farklılaşma olup olmadığını incelemek için uygulanan bağımsız gruplar T testi sonucunda matematik başarı testinin son hali elde edilmiştir. Son durumda Matematik başarı testi analiz sonuçları Tablo 9' da yer almaktadır.

Tablo 7.

"Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" Konularını Kapsayan Matematik Başarı Testi Belirtke Tablosu

Öğrenme Alanının Kazanımları:	Sorular
Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler.	S1, S3, S6, S9, S10
İki paralel doğruyla bir keseninin oluşturduğu yöndeş, ters, iç ters, dış ters açıları belirleyerek özelliklerini inceler; oluşan açıların eş veya bütünler olanlarını belirler; ilgili problemleri çözer.	S4, S9, S12, S13, S15
Düzgün çokgenlerin kenar ve açı özelliklerini açıklar.	S5, S7, S8
Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.	S5, S11
Dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgeni tanır; açı özelliklerini belirler.	S7, S9, S14
Eşkenar dörtgen ve yamuğun alan bağıntılarını oluşturur, ilgili problemleri çözer.	S2
Alan ile ilgili problemleri çözer.	S6

Tablo 7 incelendiğinde "Doğrular ve Açılar" konusuna ait iki kazanım olduğu ve bu kazanımlardan dokuz soru sorulduğu, "Çokgenler" konusuna ait beş kazanım olduğu ve bu kazanımlardan yedi soru sorulduğu, sorulardan bazılarının iki faklı kazanımı kapsadığı (S5, S7 ve S9) görülmektedir.

Tablo 8.

Matematik Başarı Testi Test Analiz Sonuçları

Soru Sayısı	N	$\bar{X}$	S	Testin Ortalama Güçlüğü	KR-20
15	116	7.69	1.86	7.69/15=.51	.61

Tablo 8 incelendiğinde elde edilen sonuçlara göre testin aritmetik ortalaması 7.69, standart sapması 1.86 olup testin ortalama güçlüğü .51 ve KR-20 değeri ise .61 dir. Buna

göre testin ortalama güçlüğü ortalama (.51) olup güvenilir bir test (0.80-1.00 yüksek güvenirlik, 0.60-0.79 güvenilir, 0.40-0.59 düşük güvenirlik, 0.00-0.39 güvenilir değil) elde edilmiştir (Büyüköztürk, 2019).

Sonuç olarak geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları yapılan matematik başarı testi deney gruplarına ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

3.3.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği

Deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarının değişip değişmediğini ölçmek için Özdişçi ve Katrancı (2019) tarafından geliştirilen geometriye yönelik tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmacılar ilk olarak 30 maddeden oluşan "hiç katılmıyorum, katılmıyorum, kısmen katılıyorum, katılıyorum, tamamen katılıyorum" cevaplarından oluşan beşli likert tipi şeklindeki taslak ölçeği 322 öğrenciye uygulamıştır. Daha sonra açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmış ve bulgular sonucunda altı maddenin testten çıkarılması uygun görülmüştür. Son durumda ölçekte 24 madde kalmış olup toplam varyans oranı %57.45, %40 ile %60 arasında olup yeterlidir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010).

Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği "Olumlu Tutumlar", "Olumsuz Tutumlar" ve "Teknoloji" şeklindeki üç faktörden oluşmaktadır. Ölçeğin olumlu tutumlar faktörünün iç tutarlılığı .924, olumsuz tutumlar faktörünün iç tutarlılığının .728 ve teknoloji faktörünün iç tutarlılığnın ise .909 olduğu görülmektedir. Özdişçi ve Katrancı (2019)' e göre ölçeğin tamamına ait Cronbach alfa iç tutarlığı .886, bu araştırmada ise .86 olup güvenirlik katsayılarının .70 ve üzerinde olması yeterli olarak kabul edilebilir (Büyüköztürk, 2019).

3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Akran öğretimi yönteminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanacağı deney gruplarındaki öğrencilerin uygulamalara ilişkin görüşlerini almak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda katılımcılar sorulara cevap verirken boş bırakılan yere, bir kelime, bir cümle yazması veya kendi düşüncelerini belirterek istedikleri gibi cevaplandırabilirler. Bu şekilde, istenilen bir konuda yöneltilen soruların eksik veya anlaşılır olmadığı durumlarda soruları cavaplandıran kişinin talebiyle anlaşılır hale getirilmesine ve araştırmayı yapan kişinin konuyu derinlemesine inceleyerek çalışmasına olanak sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Böylelikle başarılı öğrencilerin deneysel çalışmalar hakkındaki görüşlerini belirlenmiş ve

başarı seviyesi düşük olan öğrencilerden akran eğitimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem uygulaması hakkındaki görüşleri ortaya koyulmuştur. Uygulamaların olumlu görülen yönleri hakkında alınan görüşlerle ve olumsuz görülen noktaların neler olduğu hakkında bilgi sahibi olunarak gelecek aaraştırmalar için de fikir oluşturabileceği hedeflenmiştir. Öncelikle akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ille ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş olup araştırmada kullanılmak üzere iki farklı form oluşturulmak için akran öğretimine yönelik on soru ve 3D yazıcı kalem teknolojisine yönelik sekiz soru belirlenmiştir. Daha sonra aynı üniversitede yüksek lisans yapan iki matematik öğretmeni ve MEB'e bağlı okullarda çalışan üç matematik ve iki Türkçe öğretmeni tarafından incelenmiş olup dönütler doğrultusunda akran öğretimi uygulanan deney grubuna sekiz soru içeren ve 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulanan deney grubuna ise altı soru içeren yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.

Dönütler doğrultusunda "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu I" ve "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu II" için "Dersin bu şekilde işlenmesinin öğrenmenize katkı sağladığını düşünüyor musunuz? Neden?" şeklindeki maddeler "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu I"de "Matematik derslerinin bu şekilde işleniş biçiminin (dersten önce yaptığınız hazırlık çalışmaları, arkadaşlarınızla yaptığınız tartışmalar, derslerden sonra arkadaşlarınızla yaptığınız etkinlik çalışmaları) öğrenmenize katkı sağladığını düşünüyor musunuz? Neden?" Yapılandırılmış Görüşme Formu II"de ise "Matematik konularının bu şekilde işleniş biçimi (3D yazıcı kalemi kullaranarak) öğrenmenizi nasıl etkiledi? Açıklayınız." şeklinde değiştirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formları çalışma sürecinin sonunda deney gruplarına uygulanmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması Süreci

Çalışma kapsamında Adana ilinde Sarıçam ve Seyhan ilçelerinde bulunan dört farklı okulda 8. Sınıfta öğrenim gören toplam 116 öğrenciye matematik başarı testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlara göre üç test sorusu atılarak nihai başarı testi elde edilmiştir. Daha sonra uygulamanın yapılacağı okulda bulunan 7. Sınıfta devam eden 90 öğrenciye matematik başarı testi ön test uygulaması ve geometriye yönelik tutum ölçeğinin ilk uygulaması yapılmıştır. Daha sonra başarı testinin uygulandığı üç farklı 7. Sınıf şubelerinin matematik başarı testinin ön test analiz sonuçlarına bakılarak başarı

puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülüp deney grupları ve kontrol grubu seçilmiştir.

Araştırma 2021-2022 eğitim ve öğretim yılını kapsayacağından dolayı planlamamızı 2021 Eylül ayından itibaren oluşturmaktayız. Deneysel araştırmamızın aşamaları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9.

Araştırmanın Aşamaları

Araştırmanın Aşamaları	**Araştırma Tarihleri**	**Veri Toplama ve Çözümleme**
HAZIRLIK	**EYLÜL-EKİM-KASIM-ARALIK OCAK-ŞUBAT**	• Literatür Taraması • Çalışma Grubunun Seçilmesi • Veli Onay Formlarının Alınması • Öğrenci Görüş Formunun Oluşturulması • Matematik Başarı Testinin geliştirilmesi • Uzman Görüşlerinin Alınması • Matematik Başarı Testinin Nihai haline Getirilmesi • Akran Öğretim Etkinlikleri Çalışma Yapraklarının Hazırlanması • 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi Etkinlikleri Çalışma Yapraklarının Hazırlanması • Etik İzinlerin Alınması
UYGULAMA	**ŞUBAT-MART-NİSAN**	• Literatür Taraması • Deney Gruplarına ve Kontrol Grubuna Matematik Başarı Testinin Uygulanması (öntest- sontest) • Deney Gruplarına ve Kontrol grubuna Geometriye Yönelik Tutum Ölçeğinin Uygulanması (öntest-sontest) • Deneysel Çalışmaların Yapılacağı Gruplara Materyaller Kullanılarak Ön Bilgilendirme Yapılması(video,resim,kitapçık vb.) • Deneysesl Gruplarına Çalışmaların Uygulanması • Deney Grupları ile Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formlarının Doldurulması
DEĞERLENDİRME	**MAYIS-HAZİRAN**	• Literatür Taraması • Verilerin Analizleri • Bulguların ve Sonuçların Raporlaştırılması

Tablo 9'u incelediğimizde çalışmanın hazırlık, uygulama ve değerlendirme olmak üzere üç aşamadan oluştuğunu görmekteyiz. Hazırlık aşamasında literatür taraması yapılmış, yarı yapılandırılmış görüşme formu, matematik başarı testi, akran öğretim etkinlikleri çalışma yaprakları, 3D yazıcı kalem teknolojisi çalışma yaprakları oluşturulup veli onayları ve etik izinler alınmıştır. Matematik başarı testi öncelikle uzman görüşlerine sunulmuş ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra dört farklı okuldan rastgele seçilen ve kazanımların daha önce verildiği 8. Sınıf öğrencilerine başarı testi uygulanmış ve analizleri yapılarak nihai test elde edilmiştir.

Araştırmanın uygulama sürecinde, öncelikle deney gruplarına ve kontrol grubuna matematik başarı ön testi ve geometriye yönelik tutum ölçeğinin ön testi uygulanmıştır. Sonrasında deney gruplarında kazanımlardan önce, akran öğretiminin uygulanacağı deney grubuna, akran öğretimi ile ilgili bilgilendirme amaçlı video ve MEB'in aralık ayında (2020) yayımladığı "Akran Öğreticiliği" kitapçığından akran öğretimine ilişkin ön bilgilendirmeler verilmişitir. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanacağı deney grubuna, 3D teknoloji ve yazıcı kalemin nasıl kullanılacağına ilişkin videolar izletilmiş ve öğrencilerde ön bilgilerin oluşması hedeflenmiştir. Akran öğretimi uygulanan deney grubunda, oluşturulan grupların birlikte öğrenilen kazanım üzerinde çalışabilmeleri için akran öğretim etkinliklerini içeren çalışma yaprakları dağıtımı yapılmıştır. Grup üyeleri okul ders saatleri dışında bir araya gelerek konu üzerinde fikir alışverişleri yapmışlardır. Önce bağımsız olarak çalışma yapraklarını doldurmaları istenmiş daha sonra öğrencilerin birbirleriyle cevaplarını karşılaştırmaları ve eksik ya da yönlerini konuyu daha iyi özümsemiş olan akrandan öğrenmesi sağlanmıştır. Doğru verilen cevaplar neticesinde öğrencilerle ilgili değerlendirmeler yapılarak giderilmemiş eksiklikleri varsa daha çok doğru cevabı veren akranıyla bu defa ikili bir çalışma grubu oluşturmaları sağlanarak bu öğrencilerin birlikte çalışmaları istenmiştir. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanacağı deney grubunda ise derste müfredatta yer aldığı üzere konular işlenmiş; fakat bu süreçte öğrencilere 3D yazıcı kalemle uyumlu etkinlikleri içeren çalışma yaprakları dağıtılmıştır. Deney grubundaki her öğrencinin ders saati süresince 3D yazıcı kalemi kullanmasına fırsat verilerek soyut şekilleri somutlaştırmalarına imkân verilmiş ve çalışma yapraklarını doldurmaları sağlanmıştır. Yedi kazanımın öğretimi sonrasında matematik başarı testi son test olarak deney gruplarına uygulanmıştır. Araştırmada kontrol grubuna ise mevcut ilköğretim programında var olan ders anlatım biçiminde daha çok sunuş, soru cevap ve düz anlatım şekilde ders kitabından kazanımlar işlenmiştir. Mevcut öğretim programı uygulandıktan sonra ise deney gruplarına uygulanan aynı matematik başarı testi son test

olarak uygulanmıştır. Dört haftalık uygulama sürecinin sonunda akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulanan deney gruplarındaki öğrencilerinin içinden rastgele seçilen yirmişer öğrencinin akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi hakkındaki görüşlerine başvurmak amacıyla ayrı ayrı deney grupları için hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları uygulanmıştır. Deney gruplarındaki öğrencilerin birbirlerinin cevaplarından etkilenmeyecek şekilde formlar doldurularak akran öğretimi yönteminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanacağı deney gruplarındaki öğrencilerin sürece ilişkin görüşlerini alınmıştır.

Araştırmanın uygulama aşamasında deney gruplarına ve kontrol grubunun verilerin toplanması ve derslerin işlenmesi ile ilgili yapılan işlemlerin haftalık süreçleri aşağıda belirtilmiştir:

21 Mart-27 Mart:

- Deney gruplarına ve kontrol grubuna matematik başarı ön testi ve geometriye yönelik tutum ölçeğinin ön testi uygulandı.
- Deney grubu öğrencilerine akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile ilgili bilgiler veren videolar izletildi, görsel ögeler ve kitapçıklarla materyaller çeşitlendirildi.

28 Mart-3 Nisan:

- Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler.
- İki paralel doğruyla bir keseninin oluşturduğu yöndeş, ters, iç ters, dış ters açıları belirleyerek özelliklerini inceler; oluşan açıların eş veya bütünler olanlarını belirler; ilgili problemleri çözer.
- Deney gruplarındaki öğrencilerle ayrı gruplarda akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılarak dersler işlendi, etkinlikler yapıldı. Kontrol grubunda mevcut matematik öğretim programı uygulandı.

4 Nisan-10 Nisan:

- Düzgün çokgenlerin kenar ve açı özelliklerini açıklar.
- Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.
- Deney gruplarındaki öğrencilerle ayrı gruplarda akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılarak dersler işlendi, etkinlikler yapıldı. Kontrol grubunda mevcut matematik öğretim programı uygulandı.

18 Nisan-24 Nisan:

- Dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgeni tanır; açı özelliklerini belirler.
- Eşkenar dörtgen ve yamuğun alan bağıntılarını oluşturur, ilgili problemleri çözer.
- Deney gruplarındaki öğrencilerle ayrı gruplarda akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılarak dersler işlendi, etkinlikler yapıldı. Kontrol grubunda mevcut matematik öğretim programı uygulandı.

25 Nisan-1 Mayıs:

- Alan ile ilgili problemleri çözer.
- Deney gruplarına ve kontrol grubuna matematik başarı son testi ve geometriye yönelik tutum ölçeğinin son testi uygulandı.
- Deney gruplarındaki öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulandı, görüşmeler yapıldı.

2 Mayıs-8 Mayıs:

- Deney gruplarındaki öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulandı, görüşmeler yapıldı.

Araştırmanın değerlendirme aşamasında deney gruplarına ve kontrol grubuna uygulanan matematik başarı testlerinden (ön test-son test), geometriye yönelik tutum ölçeklerinden ve deney gruplarından rastgele seçilen öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen veriler istatiksel olarak incelenerek nitel ve nicel bulgular elde edilmiştir.

3.5. Veri Analizi

Elde edilen nicel verilerin analizinde alt amaçlar doğrultusunda SPPS 22.0 sürümü kullanılmıştır.

Birinci alt probleminin çözümünde kullanılacak testin belirlenmesi sürecinde öncelikle araştırma verilerinin normalliğinin sınanması için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinin sonuçlarına bakılmıştır. Testlerin sonuçları aşağıdaki Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10.

Öğrencilerin Matematik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Kolmogorov-Smirnov ile Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Df	P	İstatistik	Df	P
Başarı Ön Test	.157	90	.000	.963	90	.011
Başarı Son Test	.183	90	.000	.944	90	.001

Tablo 10'u incelemek ve verilerin normal dağılıp dağılmadığının tespitini yapmak için, iki test arasından deney gruplarında ve kontrol grubunda 30'ar öğrenci yer alıp grup başına düşen örneklem büyüklüğünün 50'nin altında olduğu için Shapiro-Wilk testinin sonuçlarının dikkate alınması uygun görülmüştür (Büyüköztürk, 2019).

Tablo 10'da yer alan Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde veri gruplarından başarı ön testi için veri gruplarının normal dağılmasına rağmen ($p_{öntest}$= 0.011> .05) başarı son testi için veri gruplarının normal dağılmadığı görülmektedir ($p_{sontest}$= 0.001 <.05). Buradan hareketle veri gruplarında birinin p değerinin .05'den küçük olması verilerin analizinin yapılması için bizi Non-Parametrik testlere yönlendirmiştir. Öncelikle üç farklı veri grubunda öğrencilerin matematik başarı son test puanları karşılaştırılarak anlamlı farklılık olup olmadığının belirlenmesi için veriler Kruskal-Wallis testine tabi tutulmuştur. Kruskal-Wallis testi sonucunda karşılaştırılan grupların ortalama puanlarından en az ikisi arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuş olup; anlamlılığın hangi ikili gruplar arasında bulunduğunun tespiti için ise tüm ihtimaller göz önüne alınarak grupların ayrı ayrı Mann-Whitney U testlerinin sonuçlarına bakılmıştır.

Araştırmanın ikinci alt probleminde yer alan öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği test puanlarından elde edilen verilerin normalliğinin sınanması için Kolmogorov- Smirnov ve Shapiro-Wilk testleinin sonuçları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11.

Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının Kolmogorov- Smirnov ile Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Df	P	İstatistik	Df	P
Tutum Ön Test	.081	90	.200*	.988	90	.876
Tutum Son Test	.070	90	.200*	.959	90	.824

Tablo 11'i incelemek ve verilerin normal dağılıp dağılmadığının tespitini yapmak için, iki test arasından deney gruplarında ve kontrol grubunda 30'ar öğrenci yer alıp grup başına düşen örneklem büyüklüğünün 50'nin altında olduğu için Shapiro-Wilk testinin sonuçlarının dikkate alınması uygun görülmüştür (Büyüköztürk, 2019).

Tablo 11'de yer alan Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde veri gruplarından tutum ön testi ve tutum son testi puanları için veri gruplarının normal dağılım gösterdiği söylenebilir ($p_{öntest}$= 0.876> .05, $p_{sontest}$= .824 >.05). Sonuçta veriler normal dağılım gösterip, ikiden fazla veri grubunun tutum testleri puanları sınandığı için parametrik testlerden ANOVA testi veri analizlerinde uygun görülmüştür.

Araştırmanın üçüncü ve dördüncü alt problemlerini test etmek amacıyla iki farklı yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Üçüncü alt problem testi için akran öğretimi I. Deney grubundan rastgele seçilen 20 öğrenci ve dördüncü alt problemi test etmek amacıyla II. Deney grubundan 20 öğrenci seçilerek görüşlerine başvurulmuştur. Görüşmeler sırasında öğrencilerin birbirinden etkilenmemesi için görüşmeler şekilde öğretmenler odası ve rehberlik servisinde gerçekleştirilmiştir. Öğrenci görüşlerine başvurulmadan önce önce veli onaylarının alınmasına özen gösterilmiştir. Öğrencilerin doldurdukları formlardan elde edilen nitel verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Betimsel analizde amaç araştırmacının gözlemlerinden ve araştırmaya katılan bireylerle yapılan görüşmelerden edinilen verilerin yorumlanıp düzenlenerek sunulmasıdır. Veriler önceden belirlenmiş olan temalara göre sınıflandırılır. Betimsel analiz bir çerçeve oluşturma, tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması ve bulguların yorumlanması şeklinde dört aşamadan oluşmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırmamızda ilk olarak katılımcıların sorulara yazılı cevap verdikleri yarı yapılandırılmış görüşme formlar Ö1, Ö2,...Ö3 şeklinde

kodlanmıştır. Kodlama işleminden sonra, belirlenen çerçevede hangi temalar altında toplanacağı iki tane matematik eğitimi uzmanı ile belirlenmiştir. Veri oluşturulması sürecinde araştırmacılar birbirinden bağımsız çalışmış ve sonraki aşamada araştırmacıların analizleri karşılaştırılıp görüş birliği sağlanarak kodlamalar ve temalar oluşturulmuştur.

Araştırmanın sonraki aşamasında güvenilirlik hesaplaması için şu formül kullanılmıştır:

Güvenirlik = (Görüş Birliği) / (Görüş Birliği+Görüş Ayrılığı).

Kullanılan bu formülle kodlayıcılar arası güvenirlik 0.92 (37/40) olarak hesaplanmış ve güvenirliğin 0.70’ in üzerinde çıkması araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994).

Elde edilen veriler gözden geçirilip düzenlenerek son şekilleri tablo hâlinde bulgular bölümünde sunulmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde alt problemler dikkate alınarak elde edilen bulgular sırasıyla verilmiştir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılarak öğrenim gören deney gruplarındaki öğrencilerin matematik başarı son test puanları ile mevcut öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmek istenmiştir. Üç gruba, aynı ders farklı yöntemler kullanılarak verilmiş ve süreç sonunda başarı puanlarındaki değişim gözlemlenmek istenmiştir. Bu amaç doğrultusunda deney gruplarında ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin matematik son test başarı puanları ön test puanları kontrol altına alınıp düzeltildiğindeki sonuçlar Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12.

Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sd	X^2	P
Deney Grubu I	30	47.72			
Deney Grubu II	30	58.37	2	19.495	.000
Kontrol Grubu	30	36.42			

Tablo 12 incelendiğinde gruplar arasında karşılaştırılan grupların ortalama puanlarından en az ikisi arasında istatiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır (p=.000 <.05). Uygulanan öğretim yöntemlerinin başarı puanları istatistiksel anlamlılığın

yanında, etki büyüklüğü değerini hesapladığımızda [η2= X2 /N-1 X2 :Kay kare (Chi-Square değeri), N: Tüm gruplardaki toplam örneklem sayısı] Eta-kare değeri η2=4.2 >.35 olup kullanılan uygulamaların matematik başarı puanları üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir (Green ve Salkind,2005; Cohen, 1988).

Üç farklı grubun matematik başarı son test puanları kontrol edildiğinde test sonucu en az iki grup için anlamlı olduğu sonucunu gösterdiğinden karşılaştırma yapmak gruplar ayrı ayrı Mann-Whitney U testine tabi tutulmuştur. Deney I ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarının sonuçlarının karşılaştırıldığı Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 13'te, Deney II ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarının sonuçlarının karşılaştırıldığı Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 14'te ve Deney I ve Deney II grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarının sonuçlarının karşılaştırıldığı Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 13.

Deney I ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	P
Deney I Grubu	30	30.57	917.10	136.500	2.013	.037
Kontrol Grubu	30	21.09	632.70			

Tablo 13'e göre akran öğretimi yöntemi uygulanan Deney I ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarını arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (p=.037 <.05).

Sıra ortalamaları dikkate alındığında akran öğretimi ile öğrenim gören Deney I grubundaki öğrencilerin başarı puanları, mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına göre daha yüksektir. Diğer bir ifadeyle anlamlı fark Deney I grubundaki öğrencilerin lehine gerçekleşmiştir (30.57>21.09).

Tablo 14.

Deney II ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	P
Deney II Grubu	30	39.52	1185.60	179.500	4.080	.000
Kontrol Grubu	30	21.48	644.40			

Tablo 14'e göre 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören Deney II ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarını arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (p=.000 <.05).

Sıra ortalamaları dikkate alındığında 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören Deney II grubundaki öğrencilerin başarı puanları, mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına göre daha yüksektir. Diğer bir ifadeyle anlamlı fark Deney II grubundaki öğrencilerin lehine gerçekleşmiştir (39.52>21.48).

Tablo 15.

Deney I ve Deney II Grubundaki Öğrencilerin Matematik Başarı Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	P
Deney I Grubu	30	29.65	889.50	241.500	-2.071	.023
Deney II Grubu	30	38.35	1150.50			

Tablo 15'e göre akran öğretimi uygulanan Deney I grubundaki grubundaki ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören Deney II grubundaki öğrencilerin matematik başarı son test puanlarını arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=.023 <.05).

Sıra ortalamaları dikkate alındığında 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim

gören Deney II grubundaki öğrencilerin başarı puanları akran öğretimi uygulanan Deney I grubundaki grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına göre daha yüksektir. Diğer bir ifadeyle anlamlı fark Deney II grubundaki öğrencilerin lehine gerçekleşmiştir (38.35 >29.65).

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminde akran öğretimi yöntemi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılarak öğrenim gören deney gruplarındaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son test puanları ile mevcut öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmek istenmiştir. Üç gruba, ayn ders farklı yöntemler kullanılarak verilmis, bu üç grubun tutumlarındaki değişim kontrol edilerek karşılaştırılmak istenmiştir. Bu amaçla deney gruplarında ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin tutum son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını incelemek için ANOVA analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16.

Öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" Son Test Düzeylerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmasına İlişkin ANOVA Sonuçları

	Gruplar	N	X̄	Ss	F	P	η2
Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Son Test Puanları	Deney Grubu I	30	3.1653	.24747	12.805	.000	.229
	Deney Grubu II	30	3.200	.24962			
	Kontrol Grubu	30	2.8958	.30141			
	Toplam	90	3.0870	.29757			

Tablo 16 incelendiğinde, öğrencilerin "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" son test düzeylerinin gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan

ANOVA testinde deney grupları ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test tutum puanlarında anlamlı bir fark tespit edilmiştir [F (2.88) =12.805, p=.000 <.01]. Farklılaşmanın yönünü belirlemek için yapılan SİDAK testi sonuçları incelendiğinde; Deney Grubu I ile Deney Grubu II arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir (p=1.00>.05). Deney grubu I ile Kontrol Grubu (p=.000 <.01) ve Deney Grubu II ile Kontrol Grubu (p=.000 <.01) tutum puanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılığa sebep olan etkinin derecesini ölçmek amacıyla eta-kare (η2) hesaplanmıştır. Eta-kare .21 ile .35 arasında ölçülmüş olup (η2=.229) uygulanan yönteminin öğrencilerin geometriye yönelik tutumları üzerinde orta bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir (Cohen, 1988).

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminde öğrencilerin akran öğretimine ilişkin görüşleri incelenmek istenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler gözden geçirilip düzenlenerek son şekli tablo hâlinde gösterilmiştir. Ayrıca öğrencilerden doğrudan alıntılanan görüşlere tırnak içinde yer verilmiştir.

Tablo 17.

Deney I Grubundaki Öğrencilerin Akran Öğretimine Yönelik Görüşlerine İlişkin Frekans Analiz Sonuçları

Akran Öğretimi / Tema	Kategoriler	Frekans(f)	Yüzde %
	Eğlenerek öğrenmeyi sağlamak	Ö3, Ö4, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö18	%35
	Derse olan ilginin artması	Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö17	%30
	Derse katılımın artması	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7	%20

Olumlu Yönleri	Derse katılımın artması	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7	%20
	Derse hazırlıklı gelmek	Ö2, Ö16, Ö7	%15
	Daha rahat soru sorabilmek	Ö2, Ö16	%10
	Sorularla konunun pekiştirilmesi	Ö15, Ö20	%10
	Yanlış bilgilerde anında dönüt ve düzeltme	Ö8, Ö13	%10
	Öğrenilen bilgilerin akılda kalıcı olası	Ö7, Ö9	%10
	Tartışarak doğru cevabı bulmak	Ö3, Ö16	%10
	Zamanı daha iyi kullanma	Ö4	%5
Olumsuz Yönleri	Çalışkan öğrencilerin daha az başarılı akranlarını ötekileştirmesi	Ö2, Ö17	%10
	Sınıfta çok fazla ses ve gürültü olması	Ö12, Ö20	%10
	Daha az soru çözülmesi	Ö6	%5
	Yanlış veya eksik bilgi aktarımı	Ö14	%5
	Diğer	Ö15, Ö19	%10

Tablo 17'ye göre araştırmada öğrencilerin akran öğretimi ile ilgili görüşlerinin yer aldığı soruda verilen cevaplarda olumlu yönlerine ilişkin en fazla eğlenerek

öğrenmeyi sağlaması (%34) ve derse olan ilginin artmasına (%30) değinilmiştir. En az verilen cevap ise zamanı daha iyi kullanmaktır (%5).

Öğrencilerin akran öğretiminin olumlu yönlerine ilişkin verdiği yazılı cevaplardan bazıları şöyledir:

Ö4 kodlu öğrenci: *"...Arkadaşlarımla kısa zamanda daha çok soru çözdüm..."*

Ö8 kodlu öğrenci: *"...Yanlış cevabımı arkadaşım hemen düzeltti..."*

Ö7 kodlu öğrenci: *"Doğrular ve açılar konusu aklımda kaldı. Unutmadım..."*

Ö16 kodlu öğrenci: *"...Bazı soruları tartışarak doğru cevabı bulduk."*

Ö2 kodlu öğrenci: *"Bence çok faydalı oldu. Derse gelmeden önce Zeynep ile buluşup matematik çalıştık. Sınıfta herkes derse katıldı bence."*

Ö9 kodlu öğrenci: *"Arkadaşlarımla çalışınca sorular daha çok aklımda kaldı. Diğer konularda da arkadaşlarımla birlikte çalışmak istiyorum..."*

Tablo 17'ye göre araştırmada akran öğretimi ile ilgili öğrencilerin görüşlerinin yer aldığı formda öğrenciler tarafından verilen akran öğretiminin olumsuz yönlerine ilişkin cevaplarda öğrencilerin çoğunluğunun (%60) olumsuz yönünün bulunmadığını ifade ettiği görülmüştür. Verilen diğer cevaplarda öğrenciler, sınıfta çok fazla ses ve gürültü olması (%10) ve çalışkan öğrencilerin daha az başarılı akranlarını ötekileştirmesine (%10) değinilmiştir. En az verilen cevaplar ise daha az soru çözülmesi (%5) ve yanlış veya eksik bilgi aktarılmasıdır (% 5).

Öğrencilerin akran öğretiminin olumsuz yönlerine ilişkin verdiği yazılı cevaplardan bazıları şöyledir:

Ö20 kodlu öğrenci: *"Sınıfta çok ses oldu. Çok konuşan arkadaşlar vardı..."*

Ö14 kodlu öğrenci: *"Derste Yasemin çokgenlerle ilgili bir soruyu yanlış çözmüştü. Öğretmenimiz doğrusunu anlattı."*

Ö2 kodlu öğrenci: *"Arkadaşlarım hep soruları kendileri çözmek istedi benim dediklerimi dinlemediler..."*

Ö12 kodlu öğrenci: *"Derste çok gürültü oldu. İzin istemeden sorulara cevap verenler oldu."*

Tablo 17' ye göre araştırmada akran öğretimi ile ilgili görüşlerinin yer aldığı formda verilen cevaplarda Ö19 kodlu öğrencinin ise olumlu ve olumsuz herhangi bir

fikir belirtmediği için tabloda diğer kısmına dahil edilmiştir (%5).

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt probleminde öğrencilerin 3D yazıcı kalem teknolojisi kullanılmasına yönelik görüşleri incelenmek istenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler gözden geçirilip düzenlenerek son şekli tablo hâlinde gösterilmiştir. Ayrıca öğrencilerden doğrudan alıntılanan görüşlere tırnak içinde yer verilmiştir.

Tablo 18.

Deney II Grubundaki Öğrencilerin 3D Yazıcı Kalem Teknolojisine Yönelik Görüşlerine İlişkin Frekans Analiz Sonuçları

3D Yazıcı Kalem Teknolojisi / Tema	Kategoriler	Frekans(f)	Yüzde %
Olumlu Yönleri	Dersin eğlenceli hale gelmesi	Ö5, Ö7, Ö12, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	%40
	Dersi sevdirmesi	Ö7, Ö11, Ö12, Ö18, Ö19	%25
	Kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirmesi	Ö1, Ö5, Ö6, Ö12, Ö18	%25
	Geometrik şekillerin somutlaştırılması	Ö1, Ö6, Ö8, Ö9	%20
	Sınıftaki tüm öğrencilerin derse katılması	Ö2, Ö4, Ö13	%15
	Derse istekli gelinmesi	Ö3, Ö4, Ö10	%15
	Soruların çözümünü kolaylaştırması	Ö1, Ö8, Ö10	%15
	Derse karşı merak uyandırması	Ö1, Ö5	%10
	Geometrik materyallerin kullanımının artması	Ö9, Ö15	%10

	Akranlar arasındaki iletişimi güçlendirmesi	Ö14	%5
	Yardımlaşma duygusunu arttırması	Ö14	%5
Olumsuz Yönleri	Etkinlikler için sürenin yetersizliği	Ö3, Ö10	%10
	Sınıf içi oturma düzeninin bozulması	Ö11	%5
	Sınıf temizliği kurallarının uygulanmasındaki eksiklikler	Ö7	%5
	Fiziksel kazaların yaşanabilmesi	Ö20	%5
	Diğer	Ö4, Ö13	%10

Tablo 18'e göre araştırmada öğrencilerin matematik dersi için 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulaması ile ilgili görüşlerinin yer aldığı soruda verilen cevaplarda olumlu yönlerine ilişkin derslerin eğlenceli geçmesi (%40), dersi sevdirmesi (%25) ve kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirmesine (%25) değinilmiştir. En az verilen cevaplar ise akranlar arasındaki iletişimi arttırması (%5) ve yardımlaşma duygusunu arttırmasıdır (%5).

Öğrencilerin matematik öğretiminde 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanmasının olumlu yönlerine ilişkin verdiği yazılı cevaplardan bazıları şu şekildedir:

Ö9 kodlu öğrenci :*"...kalemle şekiller çizerken cetvel ve gönyeyi çok kullandık"*

Ö1 kodlu öğrenci: *"...öğretmenimiz hangi şekili öğretecek merak ettim"*

Ö18 kodlu öğrenci: *"Çok eğlenceliydi keşke hep böyle olsa matematik dersler aklımda daha çok kaldı."*

Ö12 kodlu öğrenci: *"..ben en çok sarı kalemi ve eşkenar dörtgenin şeklini kalemle yapmayı sevdim..."*

Ö6 kodlu öğrenci: *"Öğretmenimiz bize kafamızdaki istediğimiz şekili 3D kalemle çizin dedi sonra çizdik içine özelliklerini yazdık öğrendim ben konuyu"*

Ö19 kodlu öğrenci: *"…matematik sıkıcı biraz ama simdi istiyorum matematik dersi olmasını…"*

Ö13 kodlu öğrenci: *"Sınıfta hep herkes derse katıldı sorularda parmak kaldırdı."*

Ö5 kodlu öğrenci: *"…bence ders çok güzel böyle eğlenceli…"*.

Tablo 18'e göre araştırmada 3D yazıcı kalem teknolojisi ile ilgili öğrencilerin görüşlerinin yer aldığı formda öğrenciler tarafından uygulamanın olumsuz yönlerine ilişkin cevaplarda öğrencilerin çoğunluğu (%65) olumsuz yönünün olmadığını söylemiştir. Öğrencilerin uygulamanın olumsuz yönlerine ilişkin görüşleri arasında en dikkat çeken etkinlikler için sürenin yetersiz olmasıdır (%10). Ayrıca, fiziksel kazaların yaşanabilmesi (%5), sınıf içi oturma düzeninin bozulması (%5) ve sınıf temizliği kurallarının uygulanmasındaki eksiklikler (%5) de öğrenci görüşleri arasındadır.

Öğrencilerin matematik öğretiminde 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanmasının olumsuz yönlerine ilişkin verdiği yazılı cevaplardan bazıları şöyledir:

Ö20 kodlu öğrenci :*"Safa elini yakacaktı kalemi ters tuttu yanlışlıkla öğretmenimize söyledim."*

Ö3 kodlu öğrenci: *"…ben daha çiziyordum şekili etkinlik kağıdındaki bir tane soruyu çözmek için zil çaldı hemen süre yetmedi."*

Ö7 kodlu öğrenci: *"Sınıfta bazı arkadaşlarım kalemlerin çöplerini yere attı…"*

Ö11 kodlu öğrenci: *"…benim yerim öndeki sıraydı ama simdi başka yere oturdum kelem fişi çalışmadığı için"*

Tablo 18'e göre araştırmada 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulanmasına ilişkin görüşlerinin yer aldığı formda öğrencilerden birkaçı (Ö4, Ö13) olumlu ve olumsuz fikir beyan etmemiş olup tabloda diğer kısımda gösterilmiştir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Bu bölümde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin kullanılarak yapılan öğretimin 2021-2022 7. Sınıf matematik öğretim programındaki mevcut öğretim programına göre, "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanında "Doğrular ve Açılar" ve "Çokgenler" konularında öğrencilerin akademik başarılarına etkisi, geometriye yönelik tutumlarına etkisi ve öğrencilerin bu uygulamalara ilişkin görüşleri tartışılarak yorumlanmıştır.

5.1. Akran Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Dersi Akademik Başarılarına Etkisi

Araştırmada akran öğretimi yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin ve mevcut matematik öğretim programına uygun olarak kazanımların işlendiği kontrol grubu öğrencilerin matematik başarı testlerinden aldıkları ön test-son test puan değerleri arasında anlamlı ölçüde bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular doğrultunda her iki grupta da son test puanları daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, elde edilen verilere göre akran öğretiminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin matematik başarı son test puanları ile mevcut matematik öğretim programının işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin matematik başarı son test puanları karşılaştırıldığında, akran öğretiminin mevcut matematik öğretim programına göre öğrencilerin matematik akademik başarıları üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç literatürde yer alan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Spivey ve ark., 2021; Kim, Jillapali ve Boyd, 2021; Abdelkarim ve Abuiyada, 2015; Yavuz, 2014; Yardım, 2009). Örneğin; Yavuz (2014), doktora tez çalışmasında matematik dersi rasyonel Sayılar konusunda akran öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini araştırmak için gerçekleştirdiği dokuz hafta süren çalışmasında deney grubundaki öğrencilerin lehine akademik başarılarının arttığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Spivey ve ark. (2021) matematik dersinde akran liderliğindeki çalışmaların akademik başarıya olumlu sonuçlarını tespit etmiştir. Kim, Jillapali ve Boyd (2021) de akran öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisini incelediği araştırmasında bulgular sonucunda katılımcıların, katılımcı olmayanlara kıyasla daha düşük ilk sınav

puanlarına sahip olmasına rağmen son sınav puanlarının daha çok arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Literatür incelendiğinde akran öğretiminin matematik akademik başarıları üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda deney grubu lehine olmayan çalışmaya da rastlanmıştır. Örneğin; Koç (2020) yaptığı araştırmada öğretmen adayları üzerinde bulut tabanlı akran öğretiminin akademik başarılara etkisini incelediği araştırmasında deney grubu ile kontrol grubunun akademik başarı puanları arasında anlamlı ölçüde fark tespit edememiştir. Bunun da internet sorunu gibi teknik yeterlilik olmadığından hazır bulunuşluğun süreci olumsuz etkileyebileceğinden bahsetmiştir.

Akran öğretiminin kullanıldığı diğer derslerde akademik başarıyı artırdığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Yayla, 2017; Gök, 2018; Yaşar, 2016; Demirçalı, 2006; Demirci ve Çirkinoğlu-Şekercioğlu, 2009; Golde vd.,2006; Gök, 2012b; Gök,2018; Yeşiloğlu, 2015; Fındık, 2020; Yıldırım ve Canpolat, 2019; Özcan, 2017; Şekercioğlu, 2011 ; Tokgöz, 2007; Eryılmaz, 2004). Örnek verecek olursak, Fındık (2020) yaptığı çalışmada akran öğretiminin İngilizceyi yabancı dil olarak öğrenen çocuklarda İngilizce kelime öğrenme ve öz düzenleme üzerindeki etkisini incelemiş ve nicel verilerde elde edilen sonuçlara göre kelime stratejileri üzerinde akran eğitiminin önemli fark oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca, Özcan (2017) araştırmasında öğrencilerle 5 haftalık uygulama sürecinde asitler ve bazlar konusunun öğretiminde akran öğretiminin etkisini incelemiş bulgulardan elde ettiği analizlere göre akran öğretimi yöntemi kullanılarak ders işleme süreci yürütülen grupta öğrencilerin akademik anlamda başarılarının belirgin bir şekilde arttığı sonucunu tespit etmiştir.

Ancak akran öğretiminin uygulandığı diğer derslerde akademik başarıyı arttırdığı yönünde anlamlı fark olmayan çalışma da mevcuttur (Gülçek, 2015). Gülçek (2015) öğretmen adaylarıyla yürüttüğü deneysel araştırmasında akran öğretiminin fen başarısına etkisi incelendiğinde deney ve kontrol grubu son test puanlarının yükselmesine rağmen ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark bulamamış; bu durumun çalışmanın final öncesi döneme denk gelerek öğrencilerin motivasyonu ve sürücü olumsuz etkileyebileceğinden kaynaklı olabileceğini ifade etmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma akran öğretimi kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmanın mülteci kampında bir ortaokuldaki öğrencilerle yapılmasından ve akranların aynı ana diline sahip olmasından dolayı birbirlerini daha iyi anladıklarından; konuların "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanından seçilmesinden, okul ders saatleri dışında akranların bir araya gelebilme imkanlarının yüksek olduğundan, verilen akran öğretim etkinlikleri

çalışma yapraklarının amaca iyi hizmet ettiğinden, çalışmanın yeterli zaman diliminde yapılmasından, okulun fiziki şartlarının yeterli ve uygulamanın yapıldığı 7. sınıf öğrencilerinin istekli olmalarından dolayı öğrencilerin matematik akademik başarı puanlarında artış gözlemlenmiş olabilir.

5.2. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Öğrencilerin Matematik Dersi Akademik Başarılarına Etkisi

Araştırmada 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin ve mevcut matematik öğretim programına uygun olarak kazanımların işlendiği kontrol grubu öğrencilerin matematik başarı testlerinden aldıkları sön test-son test puan değerleri arasında anlamlı ölçüde bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular incelendiğinde her iki grupta da son test puanlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, elde edilen verilere göre 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin matematik başarı son test puanları ile mevcut matematik öğretim programının işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin matematik başarı son test puanları karşılaştırıldığında, 3D yazıcı kalem teknolojisinin kullanılarak yapılan öğretimin mevcut matematik öğretim programına göre öğrencilerin matematik akademik başarıları üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Literatürde de 3D yazıcı kalem teknolojisinin matematik öğrenimine katkı sağladığı çalışmalar mevcuttur (Çopur ve Türkdoğan, 2021; Ng, Sinclair ve Davis, 2018; Ng ve Ferrara, 2019; Çopur, 2019). Örneğin; Ng, Sinclair ve Davis (2018) araştırmasında 3D yazıcı kalemle geometrik çizimlerin yapıldığında öğrencilerin geometrik şekillerle ilgili ölçme ve hesaplama sorularını çözmelerindeki katkısını gözlemlemiştir. Çopur (2019) ise çalışmasında 3D yazıcı kalem kullanılmasına imkân veren çalışma yaprakları ile işlenen geometri derslerinin öğrencilerin kavramasını sağlayarak kazanımların öğretilmesinde olumlu etkisini tespit etmiştir. Benzer şekilde Ng ve Ferrara (2019) soyut kavramların öğretilmesinde, Çopur ve Türkdoğan (2021) ise geometri konularında üç boyutlu şekillerle ilgili özelliklerin öğretilmesinde 3D yazıcı kalem teknolojisinin etkisini incelediğinde olumlu sonuçlara ulaşmışlardır.

Literatüre baktığımızda 3D baskı teknolojisinin öğrencilerin matematik ve geometri derslerinde kullanıldığında akademik başarıları üzerindeki etkisini incelendiği çalışmalarda deney grubundaki öğrencilerin lehine olan sonuçlara ulaşılan çalışmaya rastlanmıştır (Huleinil, 2017). Huleinil (2017) 6.sınıfta öğrenim gören öğrenciler ile

yaptığı araştırmada 3D baskı yapılan öğretimin ortaokul öğrencilerinin geometrik şekillerin (küp, dikdörtgenler prizması, silindir vb.) hacim ve yüzey alanlarının hesaplanması konusunda matematik başarılarına etkisini incelemek istemiş ve deneysel çalışmanın sonucunda öğrencilerinin ortalama test puanlarının arttığını gözlemlemiştir.

Öte yandan, 3D baskı teknolojisinin doğrudan akademik başarıyı ölçmeyip matematik ve geometri dersleri için akademik başarıyı etkileyen faktörlerin incelendiği çalışmalar da mevcuttur. Slavkovsky (2012) Harvard Üniversitesi'nde yürüttüğü "Üç boyutlu yazıcılar kullanarak geometri ve diğer konuların öğretilmesi için fizibilite çalışması" adlı tez çalışmasında 3D baskı teknolojilerinin kullanılması öğrencilerin somut öğrenme deneyimlerini ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabildiğini gözlemlemiştir. Aslan ve Çelik (2022) 3D baskı teknolojisinin eğitimde kullanılmasını incelediği araştırmasında 3D baskı teknolojisi kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin problem çözme (%26) ve materyal tasarımı becerilerini geliştirdiği (%22) matematiksel becerilerinin artmasına (%13) ve dersle ilgili konuların ve kavramların öğretilmesine (%18) katkı sağladığını görmüştür. Ayrıca, Yıldırım ve Keşan (2022) araştırmasında ortaokul öğrencilerinin 3B yazıcı materyaller ile matematik öğrenme süreci hakkındaki görüşlerine başvurduğu ve dönütler doğrultusunda bulgular "kazanımlara katkı", "somut deneyimler" ve "duyuşsal alan" temaları altında toplandığında öğrencilerin en fazla 3B yazıcı materyallerin kazanımlara olan katkısı üzerinde durdukları görülmüştür. Kwon (2017) de lise düzeyindeki öğrencilerle yürüttüğü nicel çalışmasında 3B yazıcılarla yapılan öğretimin öğrencilerin matematiksel becerilerini arttırdığı ve gerçek yaşam deneyimleri üzerinde olumlu etki yarattığı sonuçlarına ulaşmıştır.

Ancak 3D baskı teknolojisinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının (FeTeMM) öğretiminde kullanıldığında akademik başarıyı etkileyen faktörleri arttırdığı yönünde anlamlı fark olmayan çalışmaya da rastlanmıştır. Örneğin; Chien (2017) STEM eğitiminde 3D baskı teknolojisini kullanarak mühendislik öncesi bir müfredat geliştirdikten sonra, öğrencilerin yaratıcılık ve öğrenme performansındaki farklılıklarını değerlendirmek için kısa mesafeli yarış arabalarını tasarlamaları istenmiş olup deney 3D yazıcı kullanan öğrencilerin tasarladıkları yarış arabaları sürükleyicilik, yenilik ve karmaşıklık açısından manuel (elle yapan) yöntemi kullanan öğrencilerin tasarladıkları arabalara göre önemli ölçüde daha iyi performans göstermesine rağmen; deney ve kontrol grupları arasında öğrenme performansında anlamlı bir fark

bulunmamıştır.

5.3. Akran Öğretiminin Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi

Araştırmada akran öğretiminin öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde de akran öğretiminin matematik derslerinde öğrencilerin olumlu tutum sergilemesini sağladığı çalışma mevcuttur (Yardım, 2009). Yardım (2009) yaptığı araştırmada akran öğretiminin öğrencilerin matematik dersine ilişkin tutum ve davranışlarında olumlu sonuçlar gözlemlemiştir.

Akran öğretiminin kullanıldığı diğer derslerde deney grubu öğrencilerinin derse olan tutumlarının olumlu yönde değiştiği çalışmalar bulunmaktadır (Zhang,Ding ve Mazur, 2017; Demirci ve Çirkinoğlu-Şekercioğlu, 2009; Atasoy, Ergin ve Şen, 2014). Örneğin; Zhang, Ding ve Mazur (2017) fen bilimleri bölümlerinde okuyan öğrencilerle yürüttüğü çalışmasında akran öğretiminin öğrencilerin fen derslerine karşı tutum ve inançlarına etkisini incelemiş; bir dönem boyunca uygulanan çalışmasında akran öğretiminin uygulandığı sınıflardaki öğrencilerde fizik derslerine yönelik tutumlarını ve inançlarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Öğrenci gruplarının aynı tutulduğu sabit akran gruplarına sahip akran öğretimi yapılan deney sınıflarında, öğrenci gruplarının değiştirilerek öğrenim yapılan akran öğretimi deney sınıflarına göre tutum ve inançlarda daha olumlu bir değişim gösterdiğini gözlemlemiştir.

Ayrıca akran öğretiminin öğrencilerin derslere yönelik tutumlarında anlamlı bir faklılık yaratmadığı araştırmalar mevcuttur (Yavuz, 2014; Eryılmaz, 2004; Tokgöz, 2007). Yavuz (2014) matematik dersi için akran öğretimi yöntemini uyguladığı doktora tez çalışması sonucunda akademik başarı artmasına rağmen tutuma yönelik anlamlı bir fark tespit edememiştir. Ayrıca Eryılmaz (2004) akran öğretiminin uyguladığı deney grubundaki öğrencilerin fizik dersinde çalışılan konuya yönelik tutumlarında önemli görülebilecek ölçüde etkisini tespit edememiştir. Tokgöz (2007) ise çalışmasında 6.sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi elektrik konusu için akran öğretiminin öğrenci tutumlarını önemli ölçüde etkilemediğini görmüştür.

Diğer taraftan akran öğretimine yönelik tutumlar incelendiğinde öğretmenlerin olumsuz tutum sergilediği çalışmaya rastlanmıştır. Örneğin; Sayın (2020) fizik öğretmenlerinin akran öğretimi hakkında tutumlarını araştırdığı çalışmasında anket puanlarının beklenen düzeyde olmadığını; "yararlılık" alt faktöründe "katılmıyorum"

puanlarının öne çıktığını, “ilgi” ve “anlaşılırlık” alt faktöründe de beklenen düzeyin altında anket puanları tespit ettiğini, bu bulguların da öğretmenlerin akran öğretiminin çok zaman alacağını düşündüğü ve akran öğretimiyle müfredat işlendiğinde yetiştirebilmek için sürenin yetersiz kalabileceği gibi kanaatlerden oluşabileceğini gözlemlemiştir.

Bu araştırmada öğrencilerin akran gruplarıyla yaptıkları etkinlikleri sevmesi, okulda öğretim yapılmadan önce konu hakkında akranlarıyla bir araya gelerek fikir sahibi olması; bunun da öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerini yükselterek öğrencilerin derste soru çözümlerinde istekli olması durumları öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştirmiş olabilir.

5.4. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Akran Öğrencilerin Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi

Araştırmanın dördüncü hipotezi olan 3D yazıcı kalem teknolojisin öğrencilerin matematik dersi kapsamında geometriye yönelik tutumlarına etkisi incelendiğinde, uygulamın tutum puanlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Literatüre baktığımızda 3D baskı teknolojisinin eğitimde kullanılmasının öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği çalışmalar mevcuttur (Aslan ve Çelik, 2022; Gündoğdu Alaylı, 2012). Örneğin; Aslan ve Çelik (2022) yaptığı literatür incelemesinde 3D baskı teknolojisinin eğitimde kullanılmasına yönelik çalışmaların %14 ünün öğrencilerin derse yönelik ilgi ve tutumlarını arttığını sonucuna ulaşmıştır. Gündoğdu Alaylı (2012) da araştırmasında öğrencilerin şekil oluşturma, şekli parçalara ayırma gibi somut materyaller kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin geometriye ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Çoklar ve Çekirge (2020) çalışmasında 3B yazıcıları temel alıp 3B dijital materyallerle desteklenen derslerin deney grubu öğrencilerinin derse yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir fark yarattığını tespit etmiştir.

Öğrencilerin 3D yazıcı kalem teknolojisi uygulaması sonucunda geometriye yönelik tutumlarının olumlu yönde değişim göstermesi son derece önemlidir. Akdemir (2006) öğrencilerin matematikle ilgili deneyimlerinin, onların matematiğe yönelik olumlu veya olumsuz tutum geliştirmelerine neden olacağını, tutumların davranışları şekillendiren bir yetkisi olup matematik akademik başarılarını etkileyebileceğini belirtmektedir. Ayrıca duygusal ve zihinsel bağlamlar ile öğrenme süreci arasında ilişki

olabileceğinden ötürü, öğrenciler herhangi bir konudaki bilgiyi unutması halinde bile o konuya yönelik tutumlarını unutamayabilir.

5.5. Öğrencilerin Akran Öğretimi ile İlgili Görüşleri

Araştırmada akran öğretiminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin akran öğretimine ilişkin görüşlerine başvurulduğu yarı görüşme formunda öğrencilerin akran öğretimine yönelik görüşlerinin çoğunluğunun olumlu yönde olduğu tespit edilmiştir. Akran öğretimi yönteminin olumlu yönlerine ilişkin öğrencilerin cevaplarında en fazla karşımıza çıkan eğlenerek öğrenmeyi sağlaması ve derse olan ilginin arttırması konusunda cevaplandırdıkları görülmektedir. Derse hazırlıklı gelinmesi, öğrenilen bilgilerin akılda kalıcı olması, öğrencilerin daha rahat soru sorulabilmesi, sorularla konunun pekiştirilmesi, yanlış bilgilerde anında dönüt ve düzeltme, derse katılımın artması tartışarak doğru cevabın bulunması ve zamanı iyi kullanma öğrencilerin akran öğretiminin olumlu yönlerine ilişkin düşünceleridir. Bu görüşler literatürdeki akran öğretimi ile ilgili yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir (Yayla, 2017; Gök, 2018; Şekercioğlu, 2011; Yıldırım ve Canpolat, 2017; Yeşiloğlu, 2015). Örneğin; Şekercioğlu (2011) ve Yeşiloğlu (2015) da yaptığı çalışmalarda akran öğretiminin eğlenceli olduğunu ve aktif katılımı sağlayarak öğrencilerin gözlemlemiştir. Benzer şekilde, Yayla (2017) doktora tezinde yaptığı çalışmada mıknatıslar ve akımın manyetik etkisi konusunun öğrenilmesinde akran öğretiminin etkinliğini araştırmış ve çalışmasında elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin akademik başarılarının anlamlı ölçüde değişmesine ek olarak kendine güvenlerinde, derse katılımlarında ve derse yönelik ilgilerinin arttığını tespit etmiştir. Gök (2018) de akran öğretim tekniğinin etkisini incelediği çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin derse katılımlarında ve ilgilerinde artış olduğunu saptamıştır. Son olarak, Yıldırım ve Canpolat (2017) akran öğretimi yöntemi kullanarak gerçekleştirilen etkinliklere yönelik öğrenci görüşlerine başvurmuş ve akran öğretiminin öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığı, kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğu ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı görüşleri öne çıkmıştır.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde akran öğretiminin olumsuz görülen yanlarının ise derste daha az soru çözülmesi ve çalışkan öğrencilerin daha az başarılı akranlarını ötekileştirebilmesi şeklindedir. Bunun dışında öğrenciler akran öğretimi sürecine ilişkin olumsuz görüş belirtmemiş olup matematik dersine yönelik korkularını ve akademik başarıyı yakalayamama endişelerini dile getirmişlerdir.

5.6. Öğrencilerin 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ile İlgili Görüşleri

Araştırmanın ikinci alt probleminde yer alan 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşlerine başvurulduğu yarı görüşme formunda öğrencilerin matematik dersinde 3D yazıcı kalem kullanılmasına yönelik görüşlerinin çoğunlukla olumlu yönde olduğu tespit edilmiştir. 3D yazıcı kalem teknolojisinin olumlu yönlerine ilişkin öğrencilerin cevaplarında en çok karşımıza çıkanlar dersin eğlenceli hale gelmesi, dersi sevdirmesi, kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirmesi, sınıftaki tüm öğrencilerin derse katılması ve geometrik şekillerin somutlaştırılması konularıdır. Szulżyk-Cieplak vd. (2014)'e göre de 3D baskı teknolojisi öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerine katkı sağlamaktadır. Gündoğdu Alaylı (2012) çalışmasında öğrencilerle yaptığı klinik mülakatlarda, çoğunlukla somut materyallerin kullanılarak çözümü araştırılan problemlerde öğrencilerin eğlendiklerini gözlemiştir. Başarısı düşük öğrencilerin bile matematik puanlarının zayıf olduğunu fakat somut materyaller kullanılarak işlenen dersleri eğlenceli bularak derslerin bu şekilde işlenmesi durumunda konuları anlayacaklarını ve doğal olarak akademik başarılarının artabileceklerini dile getirmişlerdir. Charlesworth (2005)'e göre de çocuklar geometrik şekillerin (üçgen, kare, dikdörtgen, daire, küre vb.) tanımlamalarını yaparken düzgün kenarlı çizgi, eğri, noktalara sahip gibi özelliklerini öğrenirken iki boyutta veya üç boyutta keşfetmeye ve somutlaştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Berry vd. (2010)'a göre 3D baskı teknolojilerinin ilköğretim öğrencilerinde matematik öğretiminde kullanılması öğrenmeyi kolaylaştırabilmekte, matematiksel becerileri geliştirebilmekte ve öğrencilerin derslere katılımını artırabilmektedir. Bull vd. (2014)'e göre 3D baskı teknolojisi eğitim alanında elle tutulur somut deneyimler kazandırmak, tasarım yapmak, öğrenme motivasyonunu artırmak, akıl yürütme becerilerini geliştirmek ve fikir alışverişini teşvik etmek noktasında yarar sağlamaktadır. Örneğin; öğrenci bir rampa tasarlarken, yazılımda belirtilen açının fiziksel olarak imal edildiğinde farklı bir sonuç verdiğini keşfeder ve açıyı değiştirebilir. Böylelikle sanal hali ve fiziksel temsili arasındaki ilişkiyi anlayıp zihinsel bir bağlantı kurabilmektedir. Hernandez-de-Menendez vd. (2019) de tartışmasında 3D baskı teknolojisi de dahil olmak üzere eğitimde kullanılan teknolojik araçlar öğrencilerin öğrendiklerini bile fark ettirmeden heyecan verici bir eğitim şekli sunabildiğini, öğrencilerin bilgileri özümsemesi ve kendileri için daha uygun olduğunu düşündüklerinde becerilerini ve yetkinliklerini uygulayabilmeleri için öğretimde esneklik getirebildiğini belirtmiştir. Bu teknolojik araçların eğitimde kullanıldığında

öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, analiz yapabilme ve eleştirel düşünme gibi becerilerini geliştirebileceği ifade etmektedir.

Geometrik şekillerin tanım ve ortak özelliklerine göre küçük farklarla ayrılan bazı şekillerin öğrencilerinin zihninde yanlış çıkarımlara sebep olabilmektedir. Örneğin, kare ve eşkenar dörtgen; dikdörtgen ve paralelkenar birçok ortak özelliği ile kafa karışıklığına müsait durumdadır (Fujita, 2012). Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de öğrencilerden birkaçı, 3D yazıcı kalemle bu şekilleri somutlaştırırken kenar, köşegen, açı vb. özelliklerini kendileri keşfetme şansı bularak ortak ve farklı yanları hakkında deneyim kazanabildiklerini ifade etmişlerdir. Baykul (2009) da geometride doğabilecek karmaşıklığı gidermek ve kolay öğrenmeyi sağlamak için çeşitli şekil, cisim, somut araçlar ve görsel materyallerin geometri öğretiminde kullanılması gerekliliğini vurgulamaktadır. Karakuş (2008) de geometri öğrenme alanının matematiğin diğer dallarına göre karmaşık olduğunu, öğrencilerin geometrik şekillerin tanınarak özelliklerinin belirlenmesinde akılda canlandırabilmenin zorluğu nedeniyle görselliği fazla öğretimin yapılmasının fayda sağlayacağını belirtmektedir.

Öğrencilerden birkaçı yapılan yüz yüze görüşmelerde yarı yapılandırılmış görüşme formundaki soruların dışında belirtmek istedikleri bir husus olup olmadığı sorulduğunda 3D yazıcı kalemlerden sınıf ortamı dışında evde de edinmek istediklerini fakat ailelerinin 3D yazıcı kalemlerin maliyetini yüksek bulduklarını söylemişlerdir. Lugassy vd. (2021) de 3D baskı teknolojilerinin maliyet açısından pahalı olduğuna dikkat çekmiş ve dolayısıyla erişilebilirliğinin de azaldığını belirtmiştir. Hernandez-de-Menendez vd. (2019)'a göre de 3D baskı ve yazıcı teknolojileri herkesin ulaşabileceği bir konumda değildir ve edinilmesi aşamaları fazla maliyet gerektirir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde bazı öğrenciler 3D yazıcı kalemi kullanırken filamentin erirken sıcak oluşundan duydukları endişeleri dile getirmişlerdir. Walker (2018) 3D baskı teknolojisinin ürünü olan bir nesne sıcaklık ve nem gibi belirli bir değişkenin varlığında formunu değiştirebildiğini ve gelecekte, hazırlık aşamasında bir teknoloji olan 4D baskı teknolojisinin ortaya çıkarak bu değişkenlerin etkilerini minimal seviyeye indirmesinin beklendiğini ifade etmiştir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, bulgulara ait nicel ve nitel araştırmalara ilişkin sonuçlara ve bu sonuçlara göre araştırmacının önerileri yer almaktadır.

6.1. Sonuçlar

Bu çalışma 7. sınıf matematik dersinde akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı grupların mevcut öğretim programının uygulandığı gruba göre matematik başarısı ve geometriye yönelik tutumlarını incelemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel işlemlerden ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarından edinilen veriler bulgular kısmında detaylı olarak ele alınmıştır.Bu bağlamda bulgulardan hareketle ulaşılan nicel ve nitel verilerin sonuçları aşağıda ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

6.1.1. Araştırmanın Nicel Sonuçları

Araştırmanın nicel sonuçları, bulgular bölümünün birinci ve ikinci alt başlıklarında yer alan bulguların sonuçlarını kapsamaktadır:

1. Akran öğretiminin uygulandığı deney grubundaki ve mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen başarı son test puanları arasındaki fark anlamlıdır. Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanları ön test puanlarına göre artmakla birlikte bu fark deney grubu lehine daha fazladır.
2. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki ve mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematik başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen başarı son test puanları arasındaki fark anlamlıdır. Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanları ön test puanlarına göre artmakla birlikte bu fark deney grubu lehine daha fazladır.

3. Akran öğretiminin uygulandığı deney grubundaki ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin matematik başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen başarı son test puanları arasındaki fark anlamlıdır. Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin son test puanları ön test puanlarına göre artmakla birlikte bu fark 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubu lehine daha fazladır.
4. Akran öğretiminin uygulandığı deney grubundaki ve mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen tutum son test puanları arasındaki fark anlamlıdır. Uygulama sürecinin sonunda deney grubundaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla olumlu tutum sergilemişlerdir.
5. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki ve mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen tutum son test puanları arasındaki fark anlamlıdır. Uygulama sürecinin sonunda deney grubundaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla olumlu tutum sergilemişlerdir.
6. Akran öğretiminin uygulandığı deney grubundaki ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

6.1.2. Nitel Araştırmaya İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın nitel sonuçları, bulgular bölümünün üçüncü ve dördüncü alt başlıklarında yer alan bulguların sonuçlarını kapsamaktadır:

1. Öğrenciler matematik dersini zor bir ders olarak nitelendirmiş, özellikle geometri konularındaki soruların çözümünde zorlandıklarını dile getirmişlerdir.
2. Akran öğretimin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler bu uygulamayla kendilerini daha rahat ifade ettiklerini ve çekinmeden soru sorabildiklerini, bu sayede öğrenmelerinin kolaylaştığını söylemişlerdir.

3. Akran öğretimin uygulandığı deney grubundaki ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler derslerin daha eğlenceli hale geldiğini ifade etmişlerdir.
4. Akran öğretimin uygulandığı deney grubundaki ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin çoğu derse katılımın arttığını belirtmişlerdir.
5. 3D yazıcı kalem yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler uygulamanın geometrik şekilleri somutlaştırarak soruların çözümünü kolaylaştırdığını aktarmışlardır.
6. İki farklı deney grubundaki öğrenciler uygulama sürecinde zamanın yetersizliğinden yakınmışlardır.
7. İki farklı deney grubundaki öğrencilerin çoğunluğu uygulamanın olumsuz yönünün bulunmadığına dair görüş bildirmişler.
8. Akran öğretimi yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler dersten önce akranlarıyla yaptıkları etkinliklerin ve hazırlık çalışmalarının derse istekli gelmelerini sağladığını söylemişlerdir.
9. 3D yazıcı kalem yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerden uygulamanın derste cetvel, iletki, pergel ve gönye vb. geometriye yönelik materyallerin kullanımını arttırarak öğrenmelerine olumlu katkı sağladığına dair görüşler yer almıştır.
10. İki farklı deney grubundaki öğrencilerin çoğunluğu uygulamaların kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu dile getirmişlerdir.
11. Akran öğretimi yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerden birkaçı akran gruplarının ders esnasında soru çözümlerinde ses ve gürültü yaptıklarını bunun da dikkatlerini dağıttığını belirtmişlerdir.
12. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerden bazıları uygulamanın matematik dersine olan korkularını giderdiğine yönelik görüş bildirmişlerdir.
13. Akran öğretimi yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler akranlar arasında yanlış veya eksik çözdükleri sorularda anında dönüt ve düzeltmenin başarılarını arttırmaya yardımcı olduğunu söylemişlerdir.
14. İki farklı deney grubunda da uygulamaların geometri konularını sevdirdiğini dile getiren öğrenciler olmuştur.

15. İki farklı deney grubundaki öğrenciler de sonraki matematik derslerinin bu şekilde işlenmesini istediklerini ifade etmişlerdir.
16. 3D yazıcı kalem teknolojisinin uygulandığı deney grubunda kalemin çalışması için prize ihtiyaç duyduğundan ve filamentinin kullanım sırasında sıcak oluşundan ötürü korktuklarını belirten öğrencilere rastlanmıştır.
17. İki farklı deney grubunda da öğrenciler uygulama sürecine başlamadan önce izletilen videoların, verilen bilgilerin uygulamaya ilişkin fikir sahibi olmalarına yardımcı olduğunu ve sürece hazır hale geldiklerini belirtmişlerdir.

6.2. Öneriler

Bu kısımda araştırmanın bulguları ve sonuçları dikkate alınarak bu alanlarda çalışmalar yapacak kişilere, çalışmanın uygulanacağı kişilere ve mevcut ilköğretim matematik programının hazırlanışı ve işlenişinde söz sahibi yetkili kişilere önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışmalar 7. Sınıf matematik dersi “Geometri ve Ölçme” alanının “Doğrular ve Açılar” ve “Çokgenler” konularında yürütülmüş olup 7.sınıf matematik öğretim programındaki diğer öğrenme alanlarında ve konularda da yapılabilir.
2. Araştırmada kullanılan yöntemler 7. Sınıf öğrencilerinde matematik başarısında ve tutum puanlarında olumlu etkiyi sağladığından diğer sınıf düzeylerinde de uygulaması yapılabilir.
3. Bu çalışma Adana ili Sarıçam ilçesinde yer alan mülteci kampı içerisinde bulunan yabancı uyruklu öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okulunda yapılmış olup farklı sosyokültürel öğrencilerin bulunduğu diğer il ve ilçelerde de gerçekleştirilebilir. Ayrıca aynı ilde ve farklı illerde bu yapılan çalışmalar bir araya getirilerek sınanabilir, karşılaştırmalar yapılabilir ve çalışmanın etkinlik derecesi kontrol edilebilir.
4. 3D yazıcı kalemler kullanım için ekseriyet şarjla çalışmakta ve elektrik düzeneği gerektirmekte olup pili şarj edilebilen kablosuz kalemlerin kullanılması çalışmaların daha rahat yürütülmesine olanak sağlayabilir.

5. Akran öğretimi ve 3D yazıcı kalem teknolojisi ile öğrenim gören öğrenciler zamanın yetersizliği konusuna değinmiş olup; bu konularda çalışma yapacak araştırmacılar daha uzun zaman diliminde çalışmalar yapabilirler.
6. Öğrenme bir süreç olup ve okul-aile işbirliği gerektirdiğinden veliler de ders saatleri dışında yapılabilen akran öğretimi konusunda biliçlendirilebilir.
7. Bu araştırmada akran öğretiminin ve 3D yazıcı kalem teknolojisinin öğrencilerin matematik akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi incelendiğinden çalışmanın farklı bağımlı değişkenler üzerindeki etkisine yönelik (matematik okuryazarlığı, , problem çözme becerisi vb ,öz yeterlilik vb.) çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Abdelkarim, R. ve Abuiyada, R. (2016). The effect of peer teaching on mathematiçs academiç achievement of the undergraduate students in Oman. *Journal of International Education Studies, 9*(5), 124-132.

Akarsu, B. (2019). *Bilimsel araştırma tasarımı: Niçel, nitel ve karma araştırma yaklaşımları.* İstanbul: Cinius Yayınları.

Akdemir, Ö. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarı güdüsü.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Akkaya, E. (2018). *Küme destekli bireyselleştirme tekniğinin çember ve daire konusunda 7.sınıfların başarı, kalıcılık ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Akkurt, N. D. (2007). *Aktif öğrenme tekniklerinin lise 1. Sınıf öğrencilerinin ekoloji ve çevre kirliliği konusunu öğrenme başarılarına ve çevreye yönelik tutumlarına etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ambrosi, A. ve Pumera, M. (2016). 3D-printing technologies for electrochemical applications. *Chem. Soc. Rev. 45*(10), 2740-2755.

Andrews, M. ve Niçk, M. (2016). *A guide to peer to peer learning.* Paris: Effective Institutions Platform.

Arslan, M. (2007). Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 40*(1), 41-61.

Aslan, A. ve Çelik, Y. (2022). A literature review on 3D printing technologies in education. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 3*(6), 592-613.

Atak, H. (2017). Piaget ve Vygotsky'nin kuramlarında çocukların toplumsallaşma süreci psikiyatride güncel yaklaşımlar. *Current Approaches in Psychiatry. 9*(2), 163-176.

Atasoy, Ş., Ergin, S. ve Şen, A. İ. (2014). The effects of peer instruction method on attitudes of 9th grade students towards physics course. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 6*(1), 88-98.

Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde Matematik Öğretimi: 6-8. Sınıflar*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Berry, R., Bull, G., Browning, C., Thomas, C., Starkweather, K. ve Aylor, J. (2010). Preliminary considerations regarding use of digital fabrication to incorporate engineering design principles in elementary mathematics education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 10*(2), 167-172.

Boud, D., Cohen, R. ve Sampson, J. (2001). *Yükseköğretimde akran öğretimi: birbirlerinden ve birlikte öğrenme*. Londra: Kogan Page .

Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneysel Desenler: Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi* (2. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık

Büyüköztürk, Ş. (2012). Örnekleme yöntemleri. http://w3.balikesir.edu.tr/~msackes/wp/wp-content/uploads/2012/03/BAY-Final-Konulari.pdf adresinden 10.09.2021 tarihinde edinilmiştir.

Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (25. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (29. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Charlesworth, R. (2005). Prekindergarten mathematics: *Connecting with national standarts. Early Childhood Education Journal*, (32), 229-236.

Chen J., Xiang S., Yuan Y ve Zeng Y. (2021). *The exploration and practiçe of 3D printing pen in primary school education,* Proceedings of the 2021 international conference on diversified education and social development (DESD 2021).

Chien, Y. H. (2017). Developing a pre-engineering curriculum for 3d printing skills for high school technology education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(7), 2941-2958.

Cilliers, E.J. (2017). The challenge of teaching generation Z. *PEOPLE Int. J. Soc. Sci., 3,* 188–198.

Coles, A. ve Sinclair, N. (2018). Re-thinking 'normal' development in the early learning of number. *Journal of Numeriçal Cognition, 4*(1), 136–158.

Creswell, John W. Ve Vicki L. Plano Clark. (2011). D*esigning and Conducting Mixed Methods Research* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage.

Creswell, J. W. (2017). *Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi* (H. Ekşi, Çev. Ed.). İstanbul: Edam.

Çepni, S. (2014). Bilim, fen, teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansımaları. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (1-32). Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Cohen, L. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New York: Academic Press.

Çoklar, A. ve Çekirge, E. (2020). 3B tasarımların fiziksel materyallerle desteklenmesinin akademik başarı, ders tutum ve motivasyonuna etkisi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(2), 181-193.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları.* Ankara: Pegem Akademi.

Çopur, S. (2021). *3D Yazıcı kalem teknolojisinin geometri derslerinde kullanımının etkililiğinin incelenmesi.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

Çopur, S. ve Türkdoğan, A. (2021). 3D Yazıcı kalem teknolojisinin matematik dersinde uygulanmasından yansımalar. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty, 18*(1), 106-136.

Crouch, C. H. ve Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics, 69,* 970-977.

de Freitas, E., Ferrara, F. ve Ferrari, G. (2017). The coordinated movements of a learning assemblage: Secondary school students exploring Wii graphing technology. In E. Faggiano, F. Ferrara and A. Montone (Eds.). *Innovation and technology enhancing mathematiçs education. Mathematiçs education in the digital era* (Vol. 9, pp. 59–75). Cham, Switzerland: Springer.

de Freitas, E. ve Sinclair, N. (2014). *Mathematiçs and the body: Material entanglements in the classroom*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Demirçalı, S. (2006). *Üniversite öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramlarını algılamaları üzerine bir çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Demirci, N.ve Çirkinoğlu-Şekercioğlu, A. G. (2009). Akran öğretimi yönteminin üniversite öğrencilerinin elektrostatik konusundaki başarılarına etkisi ve yönteme yönelik tutumları. *E-Journal of New World Sciences Academy (NWSA), 4*(1). 37-51.

Dolot, A. (2018). The characteristic of generation Z. *E-mentors, 2*(74), 44–50.

English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(3), 1–8.

Eryılmaz, H. (2004*). The effect of peer instruction on high school students' achievement and attitudes toward physiç*s. Unpublished doctoral dissertation. The Middle East Techniçal University, Ankara.

Falchikov, N. (2001). *Learning together: Peer tutoring in higher education.* London and New York: Routledge.

Fleming, L. (2015). *Worlds of making. Best practiçes of establishing a maker space for your school*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Fındık, G. (2020). *Akran öğretiminin İngilizceyi yabancı dil olarak öğrenen öğrencilerin öz düzenlemesi ve kelime öğretimi üzerindeki etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Ford, S. ve Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing, 25,* 131-150.

Fujita, T. (2012). Learners' level of understanding of the inclusion relations of quadrilaterals and prototype phenomenon. *The Journal of Mathematical Behavior, 31,* 60- 72.

G. Bull, J. Chiu, R. Berry, H. Lipson ve C. Xie. (2014). Advancing children' engineering through desktop manufacturing, in: J.M. Spector, M.D. Merrill, J. Elen, M.J. Bishop (Eds.), Handb. Res. Educ. Commun. Technol., 4th ed., Springer Science+Business Media, New York, 675–688.

Golde, M. F., Koeske, R. ve McCreary, C. L. (2006). Peer instruction in the general chemistry laboratory: Assessment of student learning. *Journal of Chemical Education, 83*(5), 804-810.

Gök, T. (2012). The impact of peer instruction on college students' beliefs about physics and conceptual understanding of electricity and magnetism. *International Journal of Science and Mathematics Education, 10*(2), 417-436.

Gök, T. (2018). Akran öğretimi yöntemiyle öğrencilerin kavram öğrenme ve problem çözme başarısının değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(1), 18-32.

Green, S. B. ve Salkind, N. J. (2005). *Using SPSS for windows and macintosh: Analyzing and understanding data (Fourth edition).* United States: Pearson Prentice-Hall.

Gülçek, N. (2015). *Öğretmen adaylarının ideal gazlar konusundaki fen başarısına akran öğretiminin etkisi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Gündoğdu Alaylı, F. (2012). *Geometride şekil oluşturma ve şekli parçalarına ayırma çalışmalarında ilköğretim 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin düşünme süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçteki düzeylerinin belirlenmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Gür, Y. (2017). 3 boyutlu masa üstü yazıcı ile matematiksel bir modelden gerçek bir nesnenin dijital üretimi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19*(2), 237-245.

Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C.A. ve Morales-Menendez, R. (2020). Z Kuşağı ile eğitim deneyimleri. *Int J Interact Des Manuf,* 847–859.

Huang, T. C. ve Lin, C. Y. (2017). From 3D modeling to 3D printing: development of a differentiated spatial ability teaching model. *Telemat. Inform, 34*(2), 604-613.

Huleihil, M. (2017). 3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications. In IOP Conferecnce Series: *Materials Science and Engineering* (Vol. 164, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.

İbili, E. ve Şahin, S. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3d geometri kitabı yazılımın tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13*, 1-8.

Johnson R. B. ve Onwuegbuzie A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher, 33*(7), 14–26.

Johnson, Shawn, James N. Levitt, ve Chandni Navalkha. (2020). *Report on the large landscape peer learning initiative: The journey of the first cohort.* Cambridge, MA: International Land Conservation Network, Lincoln Institute of Land Poliçy.

Kapanadze, D. Ü. (2019). Vygotsky'nin sosyo-kültürel ve bilişsel gelişim teorisi bağlamında Türkçe öğretiminin değerlendirilmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 47*, 181-195.

Karakırık, E. (2011). Dinamik geometri ve Sketchpad ile geometri öğretimi. E. Karakırık (Ed.). *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı* (s.67-96). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Karakuş, Ö. (2008). *Bilgisayar destekli dönüşüm geometrisi öğretiminin öğrenci erişine etkisi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Kardaş, M. ve Uca, N. (2016). Aktif öğrenme yönteminin öğrencilerin başarı, tutum ve uygulamalara yönelik görüşleriyle ilişkisi: bir meta-analiz çalışması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 7,* 118-130.

Kelton, M. L. ve Ma, J. Y. (2018). Reconfiguring mathematiçal settings and activity through multi-party, whole-body collaboration. *Educational Studies in Mathematiçs, 98*(2), 177–196.

Keppell, M., Au, E., Ma, A. ve Chan, C. (2006). Peer learning and learning-oriented assessment in technology-enhanced environments. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 31* (4), 453-464.

Khanal, B., Panthi, R.K. ve Kshetree, M.P. (2021). *et al.* Mathematiçs learning strategies of high school students in Nepal. *SN Soc Sci* 1:156.

Kılıç Ekiçi, Ö. (2012). Üç boyutlu yazıcı teknolojisi. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 541, 24-29.

Kim, S. C., Jillapali, R. ve Boyd, S. (2021). Impacts of peer tutoring on academiç performance of first-year baccalaureate nursing students: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today, 96* (November 2020), 104658.

Knill, O. ve Slavkovsky, E., (2013). Illustrating mathematiçs using 3D printers, *Cornel university library*. arXiv:1306.5599 [math.HO].

Koç, A. (2020). *Bulut tabanlı akran öğretiminin öğretmen adaylarının akademik başarı, iletişim becerileri ve derse ilişkin tutumlarına etkisi*. Yayınlanmış Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Kwon, H. (2017). Effects of 3d printing and design software on students' overall performanca. *Journal of STEM Education, 18*(4), 37-42.

Lasry, N., Mazur, E. ve Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the twoyear college. *Ameriçan Journal of Physiçs, 76*(11), 1066-1069.

Linnes, C. (2017). iGeneration and their acceptance of technology. *Int. J. Manag. Inf. Syst.* 21, 11–26.

Lugassy, D., Levanon, Y., Rosen, G., Livne, S., Fridenberg, N., Pilo, R. ve Brosh, T. (2021). Does augmented visual feedback from novel, multicolored, three-dimensional-printed teeth affect dental students' acquisition of manual skills? *Anatomical Sciences Education, 14*(5), 629-640.

Malatyalı, E. ve Yılmaz, K. (2010). Yapılandırmacı öğrenme sürecinde kavramlar ve önemi: Kavramların pedagojik açıdan incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3*(14), 320-332.

M. Hernandez-de Menendez, C. E. D´ıaz, ve R. Morales-Menendez. (2019). Technologies for the future of learning: state of the art. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 1–13.

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual.* New York: Prentiçe Hall.

Miles, M. B. ve Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis*. USA: Sage Publication.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *İlköğretim kurumları ilkokullar ve ortaokullar matematik dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı.* http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329 (Erişim tarihi: 01.09.2021) adresinden elde edilmiştir.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2020). *Akran Öğreticiliği.* www.meb.gov.tr (Erişim tarihi: 01.09.2021) adresinden elde edilmiştir.

Nestel, D. ve Kidd, J. (2003). Peer tutoring in patient-centred interviewing skills: Experience of a project for first-year students. *Medical Teacher*, *25*(4), 398-403.

Neuman, W. L. (2006) *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches 6th edition.* Pearson International Edition, USA.

Ng, O. (2017). Exploring the use of 3D computer-aided design and 3D printing for STEAM learning in mathematiçs. *Digital Experiences in Mathematiçs Education, 3*(3), 257–263.

Ng, O. ve Sinclair, N. (2018). Drawing in space: Doing mathematiçs with 3D pens. In L. Ball, P. Drijvers, S. Ladel, H.-S. Siller, M. Tabach, & C. Vale (Eds.), *Uses of technology in primary and secondary mathematiçs education* (pp. 301–313). Cham, Switzerland: Springer.

Ng, O. ve Ferrara, F. (2019). Towards a materialist vision of 'learning as making': the case of 3D Printing Pens in school mathematiçs. *International Journal of Science and Mathematiçs Education*, *18*, 925–944.

Ng, O., Sinclair, N. ve Davis, B. (2018). Drawing off the page: How new 3D technologies provide insight into cognitive and pedagogiçal assumptions about mathematiçs. *The Mathematiçs Enthusiast, 15*(3), 563–578.

Nurmi, A. M. ve Kokkonen, M. (2015). Peers as teachers in physiçal education hip hop classes in finnish high school. *Journal of Education and Training Studies, 3*(3), 23- 32.

Özcan, O. (2017). *Akran öğretimi yöntemiyle asitler ve bazlar konusunun 12.sınıflarda öğretimi: Bir eylem araştırması*. Yayımlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Özdişçi, S. ve Katrancı, Y. (2019). Ortaokul düzeyinde geometriye yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 27*(4), 1563-1573.

Roth, W. M. (2010). Incarnation: Radiçalizing embodiment of mathematiçs. *For the searning of Mathematiçs, 30*(2), 8–17.

Sayın, G. 2020*). Fizik öğretmenlerinin akran öğretimi hakkında bilgi sahibi olma durumları ve tutumları.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Segerman, H. (2012). 3D printing for mathematiçal visualisation. *The Mathematiçal Intelligencer, 34*(4), 56–62.

Sezer, A. ve Tokcan, H. (2003). İşbirliğine dayalı öğrenmenin coğrafya dersinde akademik başarı üzerine etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(3), 227-242.

Sinclair, N., de Freitas, E. ve Ferrara, F. (2013). Virtual encounters: The murky and furtive world of mathematiçal inventiveness. *ZDM, 45*(4).

Slavkovsky E. A. (2012). *Feasibility study for teaching geometry and other topics using three-dimensional printers.* M. L. Thesis, Harvard University.

Spivey, C. A., Davis, M. S, Rodriguez, J. D., Havrda D ve Chisholm-Burns, M. A. (2021). *Currents in Pharmacy Teaching and Learning, 13*(9), 1168-1173.

Szulżyk-Cieplak, J., Duda A. ve Sidor B. (2014). 3D printers–new possibilities in education. *Advances in Science and Technology Research Journal, 8*(24), 96-101.

Şekercioğlu, A. G. (2011). *Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Tok, M. Ç. (2022). Uzaktan öğrenenler tarafından üretilen YouTube videolarında akran desteğını keşfetmek. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd), 8*(1), 32-63.

Tokgöz, S. S. (2007). *The effect of peer instruction on sixth grade students' science achievement and attitudes.* Unpublished doctoral dissertation, The Middle East Techniçal University, Ankara.

Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. *Higher Education, 32,* 321–345.

Topping, K.J. (2005). Trends in Peer Learning. *Educational Psychology, 25*(6), 631–645.

Türk Dil Kurumu (2011). *Güncel Türkçe Sözlük.* http://www. https://sozluk.gov.tr (Erişim tarihi: 08.05.2022) adresinden elde edilmiştir.

Ulusal Araştırma Konseyi (2001). J.Kilpatriçk, J. Swafford ve B.Findell (Ed), *Çocukların matematik öğrenmesine yardımcı olmak*. Matematik Öğrenimi

Çalışma Komitesi, Eğitim Merkezi, Davranışsal ve Sosyal Bilimler ve Eğitim Bölümü. Washington, DC: National Academy Press.

Ün Açıkgöz, K. (2011). *Aktif öğrenme* (12. bs.). Biliş Gelişimin Coşkusu.

Ünveren Kapanadze, D. (2019). Vygostky'nin sosyo-kültürel ve bilişsel gelişim teorisi bağlamında Türkçe öğretiminin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 47,* 181 – 195.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes.* London, England: Harvard University Press.

Walker, M. (2018). *Hype cycle for emerging technologies.* Gartner, Stamford, USA, 1–73.

Weir, J. A. (2004). *Active learning in transportation engineering education.* Unpublished Phd Thesis. Worcester PolyTechniç Institute, MA, USA.

Yardım, H. G. (2009). *Matematik derslerinde akran öğretimi yaklaşımının 9. sınıf öğrencilerine etkisi üzerine eylem araştırması*. Yayımlamamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yaşar, A. (2016). *Akran öğretimi yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin elektrik ve manyetizma konularındaki kavramsal anlama ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Yavuz, O. C. (2014). *Web tabanlı akran ve öz değerlendirme sistemi ile zenginleştirilmiş akran öğretiminin 7. sınıf rasyonel sayılar konusunda öğrencilerin başarı ve tutumlarının üzerine etkisi.* Yayımlanmamış doktora tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Yayla, K. (2017). *Mıknatıslar ve akımın manyetik etkisi konusunun öğrenilmesinde akran öğretimi yönteminin etkililiğinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Yeşiloğlu, Ö. (2015). *Lise düzeyinde elektrikle ilgili kavramların öğretimi üzerine akran öğretimi yönteminin etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Yıldırım, K. ve Keşan, C. (2022). Matematik öğrenme sürecinde üç boyutlu yazıcı kullanımına ilişkin öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 53,* 558-586.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Seçkin yayıncılık.

Yıldırım, T. ve Canpolat, N. (2017). Akran öğretiminin etkililiğine ilişkin öğrenci görüşleri. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(24), 515-526.

Yıldırım, T. ve Canpolat, N. (2019). An Investigation of the effectiveness of the peer instruction method on teaching about solutions at the high-school. *Level. Education and Science, 44*(199), 127-147.

Yıldırım, K. ve Keşan, C. (2022). Matematik öğrenme sürecinde üç boyutlu yazıcı kullanımına ilişkin öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 53, 558-586.

Yurdakul, B. (2011). Yapılandırmacılık. Ö. Demirel (Ed.), *Eğitimde Yeni Yönelimler* (s. 39-65). Ankara: Pegem A Yayıncılık

Zhang, P., Ding, L. ve Mazur, E. (2017). Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Review Physics Education Research*, *13*(1), 010104.