

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



MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE SANAL MANİPÜLATİF VE
SİMÜLASYON KULLANIMINA YÖNELİK ÖĞRETMEN
GÖRÜŞLERİ

ÖZGENUR YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF. DR. GÜLER TULUK

TEMMUZ - 2023

KASTAMONU

TEZ ONAYI

Özgenur YILMAZ tarafından hazırlanan “**MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE ÖĞRETMENLERİN SANAL MANİPÜLATİF VE SİMÜLASYON KULLANMALARINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **12.07.2023** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Güler TULUK Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Halil İbrahim AKYÜZ Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Oktay ERBAY Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V.

Doç. Dr. Osman ÇİÇEK

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Özgenur YILMAZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE SANAL MANİPÜLATİF VE SİMÜLASYON KULLANIMINA YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ

ÖZGENUR YILMAZ

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ
DANIŞMAN: PROF. DR. GÜLER TULUK

Sanal manipülatif ve simülasyonların matematik öğretiminde kullanılmasıyla soyut kavramların somutlaştırılacağı, matematik derslerinin daha ilgi çekici hale getireceği, daha fazla duyu organının öğretime entegre edilmesiyle kalıcı öğrenmelerin sağlanacağı varsayılmaktadır. Matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının etkili hale gelmesi için okul öncesinden üniversiteye kadar matematik derslerinin teknolojik araç ve eğitsel yazılımlarla desteklenmelidir. Bu nedenle matematik öğretiminde söz hakkı olan okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları tanımaları ve derslerde kullanım durumu önem arz etmektedir. Öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi sanal manipülatif ve simülasyonların matematik derslerinde kullanımını etkilemektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı öğretmenlerin matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları ve görüşlerinin belirlenmesidir.

Araştırma tarama modeliyle desenlenmiş betimsel bir çalışmadır. Okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerine matematik öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları, biçimlendirici değerlendirme araçlarını kullanım durumları, belirlenen sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin matematik öğretiminde kullanım sıklıklarının branşlara göre dağılımı, matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşler, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımını öğretmenlere ve velilere tavsiye etme durumu incelenmiş ve sonuçlar rapor edilmiştir.

Araştırma verilerinin analizinde frekans dağılımları ve yüzdeler elde edilmiştir. Ankete katılan öğretmenlerin %70'inden fazlası matematik öğretiminde Web 2.0 araçlarını hiç kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Okul öncesi öğretmenlerinin %77,8'i matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı "Matematik ve bilişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi artırır" görüşüne, İlkokul öğretmenlerinin %78'i "Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir" görüşüne, ortaokul matematik öğretmenlerinin %77,5'i "Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar" görüşüne, lise matematik öğretmenlerinin ise %67,6'sı "Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar"

ve “Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir” görüşlerine kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir.

ANAHTAR KELİMELEER:Matematik Öğretimi, Sanal manipülatif ve simülasyon,

Temmuz 2023, 156 Sayfa



ABSTRACT

MSC THESIS

TEACHERS' VIEWS ON THE USE OF VIRTUAL MANIPULATIVE AND SIMULATION IN MATHEMATICS TEACHING

ÖZGENUR YILMAZ

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
MATHEMATICS EDUCATION
SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLER TULUK**

It assumes that using virtual manipulatives and simulations in mathematics teaching will concretize abstract concepts, mathematics lessons will be more interesting, and permanent learning will be provided by integrating more sensory organs into teaching. To use virtual manipulatives and simulation in mathematics teaching to become effective, mathematics courses from preschool to university should be supported with technological tools and educational software. For this reason, it is essential for preschool, primary, secondary, and high school mathematics and high school mathematics teachers, who have a say in mathematics teaching, to recognize virtual manipulatives and simulations and to use them in lessons. Teachers' technological pedagogical content knowledge affects using virtual manipulatives and simulations in mathematics lessons. This study aims to determine teachers' virtual manipulative and simulation use cases and opinions in mathematics teaching.

The research is a descriptive study designed with a scanning model. Preschool, primary school, secondary school mathematics, and high school mathematics teachers' use of virtual manipulative and simulation in mathematics learning areas, use of formative assessment tools, distribution of the frequency of use of specified virtual manipulative and simulation sites in mathematics teaching according to branches, opinions on the use of virtual manipulative and simulation in mathematics teaching The situation of recommending the use of virtual manipulatives in mathematics teaching to teachers and parents was examined, and the results were reported.

SPSS (26.0) statistical program was used to analyze the research data. Frequency distributions and percentages were obtained with the specified program. More than 70% of the teachers who participated in the survey said they had never used Web 2.0 tools in teaching mathematics. 77,8% of preschool teachers think that the use of virtual manipulatives and simulations in mathematics lessons "Increases the relationship between mathematics and information technologies", 78% of primary school teachers think that "It is effective in embodying abstract concepts", 77,5% of secondary school mathematics teachers 67,6% of high school mathematics teachers stated that they strongly agreed with the views "It provides a better understanding of the concepts related to mathematics" and "It is effective in concretizing abstract concepts".

KEYWORDS:Mathematics Teaching, Virtual manipulative, Simulation, Teacher's opinion

July 2023, 156 Page



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın her aşamasında deneyim, bilgi ve değerli fikirleriyle bana rehberlik eden, karşılaştığım her sorunda çekinmeden kendisine ulaşabildiğim değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Güler TULUK'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Araştırmanın şekillenmesinde ve anketinin oluşmasında uzman görüşüne başvurduğumuz, bu konuda zamanlarını ve görüşlerini esirgemeyen çok değerli Matematik eğitimcileri Prof. Dr. Osman YAŞAR, Prof. Dr. Soner DURMUŞ, Prof. Dr. Erdinç ÇAKIROĞLU, Doç. Dr. Halil İbrahim AKYÜZ, Dr. İsmail YILDIZ ve Dr. Fatih ERDOĞDU'ya teşekkür ederim. Ayrıca ankete katılarak değerli görüşlerini bizimle paylaşan öğretmenlerimize teşekkür ederim.

Bu zorlu akademik süreçte anlayışlarıyla, sabırlarıyla ve manevi destekleriyle yanımda olan Şenpazar'daki değerli meslektaşlarım Sinem BİLİCİOĞLU, Tuğba BAŞAR ve Rüveyda SAKAOĞLU'na, başka şehirlerde olmamıza rağmen her güzel ve zor anlarımda yakınlığını hissettiğim değerli arkadaşım Erençül ŞEKER'e teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde, verdiğim her kararda arkamda olan benimle üzülen, benimle sevinen sevgileriyle beni ben yapan canım annem Melek YILMAZ'a ve sevgili babam Ahmet YILMAZ'a, varlıklarıyla bana güç katan kardeşlerim Merve, Furkan ve Musab YILMAZ'a teşekkür ederim.

ÖZGENUR YILMAZ

Kastamonu, 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
GRAFİKLER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Problemi.....	3
1.2 Araştırmanın Alt Problemleri	4
1.3 Araştırmanın Amacı.....	5
1.4 Araştırmanın Önemi.....	7
1.5 Sayıtlılar.....	9
1.6 Sınırlılıklar	9
1.7 Tanımlar.....	9
2. KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
2.1 Matematik Öğretimi.....	11
2.1.1 Okul Öncesi Matematik Öğretimi.....	14
2.1.2 Temel Eğitim - Sınıf Matematik Öğretimi	16
2.1.3 Ortaokul Matematik Öğretimi	18
2.1.4 Lise Matematik Öğretimi.....	20
2.2 Öğretmen Yeterlilikleri.....	21
2.2.1 Okul Öncesi Öğretmeni Özel Alan Yeterlilikleri	23
2.2.2 Temel Eğitim – İlkokul Öğretmeni Özel Alan Yeterlilikleri.....	24
2.2.3 Ortaokul Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlilikleri	25
2.2.4 Lise Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlilikleri	28
2.3 Matematik Öğretiminde Dijital Teknolojiler	28
2.3.1 Öğrenme Nesneleri	35
2.3.2 Manipülatifler ve Simülasyonlar	37
2.3.3 Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımı	40
2.3.4 Sanal Manipülatif ve Simülasyonların Avantajları ve Sınırlılıkları	43
2.3.5 Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımında Öğretmen Yeterlilikleri.....	45
2.3.6 Sanal Manipülatif ve Simülasyon Örneği	46
2.3.6.1 Sanal manipülatif örneği	47
2.3.6.2 Simülasyon örneği.....	49
2.3.6.3 Yerli sanal manipülatif ve simülasyon siteleri	53
2.3.6.4 Yabancı sanal manipülatif ve simülasyon siteleri.....	56
2.4 Sanal Manipülatif ve Simülasyonlar Üzerine Yapılan Yurt İçi Araştırmalar	65

2.5	Sanal Manipülatif ve Simülasyonlar Üzerine Yapılan Yurt Dışı Araştırmalar	72
3.	YÖNTEM	75
3.1	Araştırmanın Modeli	75
3.2	Araştırmanın Evren ve Örneklemi	75
3.3	Veri Toplama Araçları	76
3.3.1	Veri Toplama Aracı ve Geliştirilmesi	76
3.3.2	Maddelerin Hazırlanması	77
3.4	Veri Analizi	78
4.	BULGULAR	80
4.1	Araştırmanın Demografik Verilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar	80
4.2	Öğretmenlerin Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular	82
4.2.1	Okulöncesi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlar	83
4.2.2	İlkokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlar	84
4.2.3	Ortaokul Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlar	85
4.3	Lise Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlar	86
4.4	Öğretmenlerin Biçimlendirici Değerlendirme Araçlarını Kullanım Durumlarına İlişkin Bulgular	87
4.4.1	Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerinin Branşlara Göre Kullanım Sıklığı	90
4.4.2	Branşlar ve Kullanım Durumları Arasında Anlamlı İlişki Bulunmayan Sanal Manipülatif ve Simülasyon Siteleri	99
4.5	Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına İlişkin Görüşler	99
4.5.1	Okulöncesi Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular	100
4.5.2	İlkokul Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular	102
4.5.3	Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular	105
4.5.4	Lise Matematik Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular	108
4.6	Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımını Öğretmenlere ve Velilere Tavsiye Etme Durumu	111
4.7	Öğretmenlerin Bilişim Teknolojileri Alanında Hizmet İçi Eğitim Alma Durumları ve Branşlara Göre Dağılımı	112
5.	SONUÇLAR ve TARTIŞMA	114
5.1	Okulöncesi Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar	114
5.1.1	Okulöncesi Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar	114
5.1.2	Okul Öncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar	115
5.1.3	Okul Öncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar	116
5.2	İlkokul Öğretmeni ile sonuçlar	117
5.2.1	İlkokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar	117

5.2.2	İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar	117
5.2.3	İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar	119
5.3	Ortaokul Matematik Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar.....	120
5.3.1	Ortaokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar	120
5.3.2	Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar	120
5.3.3	Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar.....	121
5.4	Lise Matematik Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar	122
5.4.1	Lise Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar	122
5.4.2	Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar	123
5.4.3	Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar.....	123
5.5	Öğretmenlerin Biçimlendirici Değerlendirme Araçlarını Kullanım Durumlarına İlişkin Sonuçlar.....	124
5.6	Öğretmenlerin Bilişim Teknolojileri Alanında Hizmet İçi Eğitim Alma Durumları ve Branşlara Göre Dağılımıyla İlgili Sonuçlar.....	125
6. ÖNERİLER.....		126
KAYNAKLAR		129
EKLER.....		144
EK 1.	Sanal Manipülatiflerin ve Simülasyonların Kullanımı ile ilgili Öğretmen Görüşleri Anketi.....	145
EK 2.	Anketin Uygulanmasında Valilik Onayı.....	155
ÖZGEÇMİŞ.....		156

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 TPAB teorik çerçeve	6
Şekil 2.1 İletişim ve teknoloji bağlamında yeterlik	23
Şekil 2.2 Bireysel ve mesleki gelişim – Toplumsal İlişkiler Bağlamında yeterlilik	24
Şekil 2.3 Bilimsel ve teknolojik Gelişim bağlamında yeterlilik	25
Şekil 2.4 Matematik öğretim durumlarını düzenleme ve araç-gereç kullanımı bağlamında yeterlik	26
Şekil 2.5 Matematik öğretim durumlarını düzenleme ve teknoloji bağlamında yeterlilik	26
Şekil 2.6 Alan Eğitimi Bilgisi Kapsamında Lise Matematik öğretmeni yeterlilikleri	28
Şekil 2.7 Enstrüman Oluşum teorisi	33
Şekil 2.8 Mathigon sitesi öğrenme alanı seçme sayfası	48
Şekil 2.9 Phet sitesi Alan Cebiri Modeli	50
Şekil 2.10 Partial Products seçme ekranında açılan sayfa	51
Şekil 2.11 Alan modelinde oluşan cebirsel ifade	51
Şekil 2.12 Alan modelinde oluşan cebirsel ifadelerin çarpım durumunda gösterimi	52
Şekil 2.13 Alan Cebiri modelinde explore seçme ekranında açılan sayfa	53
Şekil 3.1 Anketin geliştirilme aşamaları	77

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Öğretmenlerin branşlara göre dağılımı.....	80
Tablo 4.2 Öğretmenlerin demografik özellikleri.....	81
Tablo 4.3 Okulöncesi Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları.....	83
Tablo 4.4 İlkokul Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları.....	84
Tablo 4.5 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları.....	85
Tablo 4.6 Lise Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları.....	86
Tablo 4.7 Ankete katılan öğretmenlerin Web 2.0 araçlarının kullanımı.....	87
Tablo 4.8 Öğretmenlerin EBA sitesi kullanım durumları.....	90
Tablo 4.9 EBA sitesi Chi- Square testi analizi.....	91
Tablo 4.10 Öğretmenlerin Geogebra sitesi kullanım durumları.....	91
Tablo 4.11 Geogebra sitesi Chi- Square testi analizi.....	92
Tablo 4.12 Öğretmenlerin Matific sitesi kullanım durumları.....	92
Tablo 4.13 Matific sitesi Chi- Square testi analizi.....	93
Tablo 4.14 Öğretmenlerin Dersekranda sitesi kullanım durumları.....	93
Tablo 4.15 Dersekranda sitesi Chi- Square testi analizi.....	94
Tablo 4.16 Öğretmenlerin Ders Oyunları sitesi kullanım durumları.....	94
Tablo 4.17 Ders oyunları sitesi Chi- Square testi analizi.....	95
Tablo 4.18 Öğretmenlerin Wordwall sitesi kullanım durumları.....	95
Tablo 4.19 Wordwall sitesi Chi- Square testi analizi.....	96
Tablo 4.20 Öğretmenlerin Mustafa Kabul sitesi kullanım durumları.....	97
Tablo 4.21 Mustafa Kabul sitesi Chi- Square testi analizi.....	97
Tablo 4.22 Öğretmenlerin Morpa Kampüs sitesi kullanım durumları.....	98
Tablo 4.23 Morpa Kampüs sitesi Chi- Square testi analizi.....	98
Tablo 4.24 Okulöncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri.....	100
Tablo 4.25 İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri.....	102
Tablo 4.26 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri.....	105
Tablo 4.27 Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri.....	108
Tablo 4.28 Öğretmenlerin bilişim teknolojileri alanında hizmet içi eğitim alma durumu.....	113

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 4.1 Ankete katılan öğretmenlerin branşlara göre dağılımı	81
Grafik 4.2 Okulöncesi Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları	83
Grafik 4.3 İlkokul Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları	84
Grafik 4.4 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları	85
Grafik 4.5 Lise Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları	86
Grafik 4.6 Öğretmenlerin Sanal manipülatif ve simülasyonları velilere tavsiye etme durumu.....	111
Grafik 4.7 Öğretmenlerin Sanal manipülatif ve simülasyonları velilere tavsiye etme durumu.....	112

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: Yüzde
f	: Frekans

Kısaltmalar

EBA	: Eğitim Bilişim Ağı
CCSS-M	: Ortak Temel (Çekirdek) Eyalet Matematik Standartları
FATİH	: Fırsatları Arttırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi Projesi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NETS	: National Educational Technology Standart
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
NCEA	: The National Center for Educational Achievement
TEGM	: Temel Eğitim Genel Müdürlüğü
TIMMS	: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması
TPAB	: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
TYÇ	: Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi
ISTE	: International Society for Technology Education

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yaşamın başlangıcından beri zihninde oluşan şemaların bilgisini nasıl daha iyi yapılandırıp aktarabileceğinin kaygısını taşımaktadır. Geçmiş yıllarda “Nasıl daha iyi öğretebilirim?” sorusunun cevabı aranırken toplumun her alanında yaşanan post - modern değişimler ile birlikte “Bilgiyi nasıl daha anlamlı bir şekilde yeniden yapılandırabilirim?” sorusu ön plana çıkmaktadır. Bilginin yapılandırılması öğrenme-öğretme sürecinin en temel görevlerindendir. Bu süreç içerisinde bireyin içerikle etkileşimi, bilginin toplanması, düzenlenmesi ve aktarılması faaliyetleri önem kazanmaktadır. Öğrenme-öğretme ortamları teknoloji ile zenginleştirildiği takdirde nitelikli öğrenme yani bilginin anlamlandırılması gerçekleşecektir. Teknolojinin günlük yaşama ve eğitsel faaliyetlere getirdiği yenilik ve işlevsellik göz ardı edilemeyecek kadar fazladır (Şimşek ve Yazıcı, 2022).

Hayatımızın her alanında dokunuşu bulunan teknolojik gelişmelerin, eğitimsel süreçler dolayısıyla öğrenme-öğretme faaliyetleri ve öğrenme ortamları üzerindeki etkisi de yadsınamaz konuma gelmiştir. Son yıllarda teknolojide yaşanan gelişmeler, eğitimin bileşenleri üzerinde değişimler yaşanmasına neden olmaktadır. Bunların başında öğretmenlerin görevleri ve davranışları, öğretim yöntemleri ve müfredatları yer almaktadır. Değişimlerin temelini oluşturan en belirgin gelişme teknolojinin eğitim bileşenlerine entegrasyonudur.

Bilgisayarlar, veri toplama ve analiz yazılımları, dijital mikroskoplar, hiper ortam/multimedya ve etkileşimli akıllı tahtalar gibi öğretim teknolojisi araçları, öğrencilerin bilim ve araştırmanın doğasını keşfetmelerine ve bilimsel bilgi oluşturmalarına kolaylık sağlar. Bu araçların öğrenme ortamlarında etkin ve uygun bir şekilde kullanılması, öğrencilerin bilgi üretme, analitik düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişmesine ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını artırır (Guzey ve Roehrig, 2009). Teknolojiye erişimin kolaylaşmasına rağmen, sınıf içi öğretim faaliyetleri beklenen seviyede gelişme gözlenmemiştir (Chai, vd. 2013; İnan ve Lowther, 2009). Tondeur, vd., (2012) yaptıkları araştırmada, öğretmen adaylarının ve aday öğretmenlerin teknolojiyi yeterli bir şekilde kullanmadıklarını belirtmişlerdir.

Teknoloji kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar, öğretmenlerin teknolojiyi eğitsel faaliyetlere etkili bir şekilde nasıl entegre edebilecekleri hususunda bilgi yetersizliği olduğunu ve gayretlerinin içerik, çeşitlilik ve derinlik bakımından sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir (Koehler, vd., 2014). Teknolojiyi sınıfta etkili bir şekilde kullanmak için kazanımlara yönelik teknolojik araç ve yazılımlar ile pedagojik ilkeleri ilişkilendirmek önem arz etmektedir.

Matematiğin soyut kavramlarının öğretilmesinde ve matematik eğitimi araştırmalarında, ğretim teknolojilerinden çeşitli şekillerde yararlanılmaktadır. Aritmetik ve cebirsel işlemlerin daha pratik yapılmasını ve verilerin tablo/grafik formatına dönüştürülmesini sağlayan grafik çizer hesap makineleri (Rodriguez, 2019), geometrik kavramların kazandırılmasında veya geometrideki kavram yanılığlarını saptamada kullanılan dinamik geometri yazılımları (al, 2017; Yanik, 2013) ve çeşitli matematiksel kavramların görsel ve etkileşimli çoklu temsillerini oluşturan sanal manipülatif uygulamaları (Cooper, 2012) matematik ders planlarına entegre edilebilecek ğretim teknolojilerine bira örnek sunmaktadır.

Teknoloji destekli matematik eğitiminin öğrencilerin tutumları ve düşünsel becerilerinin gelişmesi üzerinde etkilerinin yanı sıra matematik ğretimi ile ilgili birçok alanda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları öğrencilerin matematikteki akademik başarılarını arttırmak (Bicer ve Capraro, 2016), kavramsal öğrenmelerine yardımcı olmak (al, 2017b; Yanik 2013), matematikte yaratıcılık, stbilişsel düşünme, problem çözme, modelleme ve teknoloji kullanımı becerilerini geliştirmek (Arzarello, vd., 2012; Zengin, 2019), ğrenme-öğretme sürecine katkı sunmak (al, vd., 2021), öğrencilerin matematiğe yönelik geliştirdikleri tutumlarını, motivasyonlarını ve öz- yeterlilik algılarını değiştirmek (Higgins, vd., 2019) amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Teknoloji destekli matematik eğitimi ile amaçlanan bu kazanımlar teknolojinin matematik konuları ile uygun bir şekilde harmanlanmasıyla gerçekleşecektir. Bu süreci başarılı bir şekilde gerçekleştirecek olan matematik ğretiminde söz sahibi olan öğretmenlerdir. Bu nedenle öğretmenlerin teknolojiyle harmanlanmış matematik öğretimine olan inançları ve yeterlilikleri önem arz etmektedir. Matematik ğretiminin

temellerinin atıldığı okul öncesi dönemden yükseköğretime kadar teknolojiyle zenginleştirilmiş ortamların oluşturulması dijital okuryazar nesillerin oluşmasına en önemli katkıyı sunmaktadır.

Dijitalleşmiş bir matematik öğretimi, günümüzün toplumsal ve bilimsel ihtiyaçlarını karşılayacak, teknolojiyle iç içe geçmiş her türlü alana uyum sağlayacak insanların yetiştirilmesine katkı sunmaktadır. Matematik öğretiminde dijitalleşmenin en etkili yolu okulöncesi dönemden itibaren öğrencilere kazandırılacak olan matematiksel kavramların teknolojik araç ve uygulamalar ile desteklenmesidir. Öğretim faaliyetlerinde kullanılan tüm bilişim teknolojileri araçlarının güncel olması ve öğretmenlerin yenilikleri sürekli takip etmesi çağın gelişimine paralel bir öğrenme öğretme sürecini oluşturacaktır. Ayrıca teknolojinin matematik öğretimine entegrasyonu düzenli olarak devam ederek yükseköğretime kadar olan tüm öğretim faaliyetlerine uyumlandığı zaman hedeflenen başarıya ulaşılabilecektir.

Tüm bunların ışığında öğrencilerin matematikle tanıştığı okulöncesi dönemden yükseköğretime kadar matematik öğretimini gerçekleştiren öğretmenlerin sanal manipülatif ve simülasyonlar hakkındaki görüşleri, derslerde kullandıkları uygulamalar, bu uygulamaların matematik öğretimindeki amaçları ve yararları konusundaki bilgi ve düşüncelerinin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

1.1 Araştırmanın Problemi

Teknolojinin Matematik öğrenimi ve öğretimi için temel araç olarak kabul edilmesinin yanında model ve sanal manipülatifler içinde bir kaynak olduğu belirtilmektedir. (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2008). Teknoloji, sınıf etkinlikleri içerisinde ayrı bir görev olmaktan çıkmış eğitimde kullanılan öğrenme araçlarının bir tamamlayıcısı konumuna gelmiştir (Van de Walle, vd., 2019). Bu sayede öğrencilerin öğrenebildiği içeriğin kapsamını daha da genişletmekte ve öğrencilerin çözebildiği problemlerin çeşitliliğini arttırmaktadır (Ball ve Stacey, 2005; NCTM Pozisyon Raporu, 2008).

Teknoloji her ne kadar ders etkinliklerini çeşitliliğini arttırıyor olsa da matematiğin tamamıyla kavramsal anlaşılmasının yerine geçemediği belirtilmiştir (Van de Walle

vd., 2019). Çünkü teknoloji temelli simülasyon ve manipülatiflerin kullanımında öğretmenlerin öğrencilere yeterince rehberlik etmemesi ve onları kavramı keşfetmeye odaklanmaması sistemsiz ve üretken olmayan çalışma yapmalarına sebebiyet vermektedir (Stein ve Bovalino, 2001). Oysa etkili öğretmenler, öğrencilerin anlamalarını geliştirmek, ilgilerini canlı tutmak ve matematikteki yeterliliklerini arttırmak amacıyla teknolojinin potansiyelini mümkün olan en iyi seviyede kullanabilmektedir (NCTM Pozisyon Raporu, 2008). Bu nedenle öğretmenlerin sahip olması gereken pedagojik bilgi, teknolojik bilgi ve alan bilgisinin kesişim noktasında bulunan teknolojik pedagojik alan bilgisi (Mishra ve Koehler, 2006; Niess, 2008) teknoloji potansiyelini öğretim sürecine sistemli entegre etme durumudur. Teknoloji temelli manipülatif ve simülasyonların matematik öğretiminde ve öğrenci öğrenmesini artırıcı yöndeki stratejilerde bilinçli ve sistemli bir bileşen olarak kullanılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin iyi bir sanal manipülatif grubu ve simülasyonlarla etkili ve mantıklı bir işlem süreci geçirebilmesi onların bu konundaki görüş, bilgi ve inançlarıyla paralellik göstermektedir. Tüm bu bilgilerin ışığında bu araştırmada, *Matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanım durumları ve kullanıma ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?* problemine cevap aranmaktadır.

1.2 Araştırmanın Alt Problemleri

1. Okul Öncesi öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları matematik öğretiminde kullanma durumları ve öğretmen görüşleri nelerdir?
2. İlkokul öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları matematik öğretiminde kullanma durumları ve öğretmen görüşleri nelerdir?
3. Ortaokul Matematik öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları matematik öğretiminde kullanma durumları ve öğretmen görüşleri nelerdir?
4. Lise Matematik öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları matematik öğretiminde kullanma durumları ve öğretmen görüşleri nelerdir?

5. Öğretmenlerin matematik öğretiminde Web 2.0 araçlarını kullanma durumları nasıldır?

1.3 Araştırmanın Amacı

Bilgisayar teknolojilerinin ve dijital araçların eğitim öğretim faaliyetleri içerisindeki kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte klasik olarak öğrenen-öğreten şeklinde algılanan öğrenci-öğretmen ilişkisi farklılaşmaktadır. İnternet ve uygulamalarının tasarlanması, İnternet'e erişimin kolaylaşması ve artması ile öğrenme kaynakları web tabanlı materyallerle çeşitlenmiştir. Bu bağlamda öğrenme nesnesi, öğrenmeyi destekleyen dijital kaynaklar olarak belirtilirken (Wiley, 2000). Artigue (2011) nitelikli matematik eğitimi için teknoloji etkisinin ihmal edilmesinin mümkün olmadığına ve kaliteli dijital öğrenme kaynaklarının (öğrenme nesnelerinin) tasarlanmasının önemine dikkat çekmektedir.

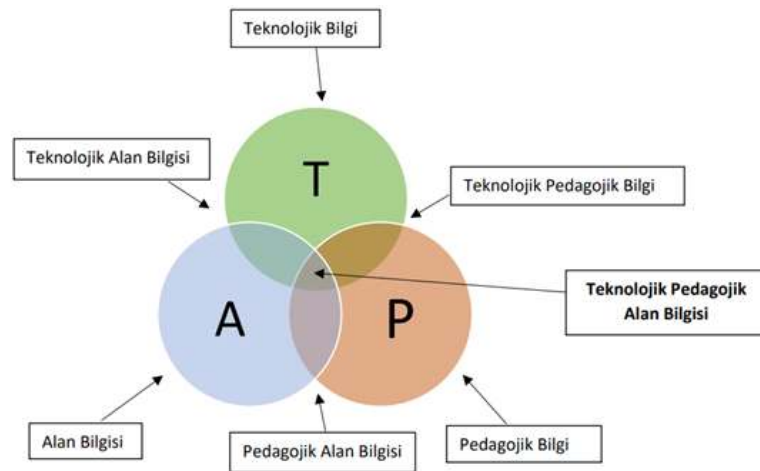
Bir taraftanda bilgisayar teknolojilerinin öğrenme ortamlarına sağladığı katkıları ve gelecekte oluşturabileceği imkânları, öğretmenlerin çoğunun bildiği ve derslerinde uyguladığını ifade etmek çokta gerçekçi olmamaktadır. Burada görevde olan binlerce eğitici ve öğretmen, öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarını, gelişen yeni teknikler ve öğretim yöntemleri kullanarak gidermelidir. Ancak bunun için öncelikle, 21. yüzyılda öğretmenlerin bilgi iletişim teknolojileri hakkında bilgi sahibi olmaları, gelişme ve değişimleri takip etmeleri ve dolayısıyla bunu öğrenme ortamında uygulamaları önem kazanmaktadır.

Soyut işlemlerin ağırlıklı olduğu matematiksel kavramların öğretiminde, işlem becerisinde çeşitli etkinlikler kullanılabilir. Bu etkinliklerde soyut işlemlerin somutlaştırılması ve özellikle küçük yaşlardaki çocuklarda anlamlandırılmasında manipülatiflerden ve simülasyonlardan yararlanılabilir. Etkili öğretimin gerçekleştirilebilmesi için üstbiliş önemli bir yere sahip olduğundan, üstbiliş gelişimine önem veren bir öğretmen farklı ders kazanımlarını farklı düşünce stilleri ile destekleyerek kullanabilir (Demir ve Doğanay 2019; Kim, 2018). Üstbilişsel farkındalık yöntemlerini sınıfında aktif olarak kullanan başarılı bir öğretmen, öğretiminin gelişmesi için uygun hedefler belirleyebilecektir (Delahaij ve van Dam,

2016; Schraw ve Dennison, 1994; Jayaprabha ve Kanmani, 2013; Wallace 2021). Bilgisayar destekli çalışmaların üstbilişin gelişimine katkı sağlayacağından dolayı konuyu etkili bir şekilde öğretmek için öğretmenlerin teknolojik, pedagojik ve içerik bilgisine sahip olması önem arz etmektedir (Harris ve Hofer, 2011; Koh ve Chai 2011).

Öğrenme ortamlarında sıklıkla kullanılan somut öğrenme nesnelerinin yanında sanal manipülatiflerin ve simülasyonların kullanılmaya başlanması bu durumu destekler niteliktedir. Öğretmenlerin teknolojik, pedagojik ve içerik bilgisinin yeterli seviyede olması öğretime teknolojinin entegre edilmesini kolaylaştırmaktadır. Teknolojik bilgi, teknoloji üzerine fikir yürütmenin, onunla etkileşim kurmanın yollarına ilişkin bilgileri kapsar ayrıca tüm teknolojik araçların ve kaynakların geliştirilmesine yönelik bilgidir. Pedagojik bilgi, öğretme ve öğrenme faaliyetlerine ve süreçte kullanılan yöntem ve tekniklere yönelik öğretmenlerin sahip olduğu anlayıştır (Guzey ve Roehrig, 2009). İçerik Bilgisi, öğrenilecek veya öğretilecek kazanımların bir öğretmen tarafından anlaşılmasıdır. İçeriğin anlaşılması; kavramları, teorileri, düşünceleri, konular ile ilgili genel çerçeveyi ve ispat bilgisini ve bu bilgileri inşa etmeye yönelik yöntem ve teknikleri içerir.

Herhangi bir konu veya kazanımın öğretime farklı teknolojik materyalleri entegre ederken, öğretmenler teknolojik pedagojik alan bilgisine (TPAB) ihtiyaç duymaktadır (Koehler vd., 2013). Öğrenme ortamlarında sıklıkla kullanılan somut öğrenme nesnelerinin yanında sanal manipülatifler ve simülasyonlar kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 1.1 TPAB teorik çerçeve

Sanal manipülatiflerin ve simülasyonların amacı, öğrencilerin konuyu anlamalarını kolaylaştırıcı pratik öğretim faaliyetleri yapabilmelerini sağlamak, eleştirel düşünce ve problem çözme becerilerini destekleyip geliştirmesidir. Bunun yanında sanal manipülatiflerin ve simülasyonların matematik derslerinde aktif kullanılması öğrenmenin bireyselleştirilmesinde, uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesinde ve farklılaştırılmış öğretim müfredatının uygulanmasında önemli katkılar sunmaktadır.

Sanal manipülatif ve simülasyonlar, öğretime entegre edilecek ilaveler olmaktan ziyade, öğretimde kullanılmayı hak edecek avantajlara sahiptir. Örneğin, ekran üzerindeki materyallerin kullanımı farklı hatta daha bilinçli zihinsel eylem gerektirir ki bu eylem “çocukların gerçekleştirmesini istediğimiz zihinsel eylemlerle daha uyumludur” (Clements ve Sarama, 2005 s.53). Ekrandaki temsillerin değişmesiyle sayısal sembollerinde değişmesi sanal manipülatif ve simülasyonların sembollerle kurduğu etkili bağı göstermektedir. Kolay temizleme özelliğine sahip olan sanal manipülatiflerle zaman ve materyal kaybı yaşamadan yeni probleme geçilebilmektedir (Van de Walle vd., 2019, s.116). Bu nedenle sanal manipülatifler ve simülasyonlar matematik öğretiminde zenginleştirici ve tamamlayıcı bilgisayar etkinlikleri olarak kullanılabilirler.

Öğretmenlerin öğretim faaliyetlerinde kullanacağı etkinlikleri belirlerken öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve öğrenme stratejilerini göz önüne alarak seçim yapması gerekmektedir. Ancak bu şekilde başarı sağlanabilir. Öğrencilerin matematik ile ilk karşılaştıkları okul öncesi dönemden tüm eğitim dönemleri boyunca aldıkları matematik eğitiminin kalitesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, okul öncesi, ilköğretim matematik ve lise matematik öğretmenlerinin matematik dersinde kullandıkları sanal manipülatifler ve simülasyonları ve bunlara ilişkin görüşlerini belirlemektir.

1.4 Araştırmanın Önemi

Ülkemizin uzun vadeli hedeflerinden biri teknolojinin imkanlarından faydalanan, çağımızın sorunları ile mücadele edebilecek ve bilgi donanımı yüksek vatandaş sayısını arttırarak ülke içindeki dijital uçurumu azaltmaktır (Demirtaş, vd., 2015).

Bunun bir sonucu olarak Bilişim Teknolojilerinin (BT) yetkin kullanımı tüm dünyada ve ülkemizde önemini arttırmaktadır. Okullarda gerçekleştirilen eğitim ve öğretim faaliyetlerinin temeline Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) yerleştirilmesine yönelik çalışmalara da rastlanmaktadır. Öğretmenler için hazırlanan hizmet içi eğitimlere BİT programlarının yerleştirilmesi, okulların internet alt yapısının iyileştirilmesi ve BT sınıflarının oluşturulması eğitimde bilgi ve iletişim teknolojisinin yaygınlaştırılması için yapılan çalışmalardan bazılarıdır. Ancak bu çalışmaların hedeflenen başarıya ulaşması ve bilişim teknolojilerinin eğitime entegre edilebilmesi için tüm okulların, öğrencilerin ve öğretmenlerin eşit imkanlara sahip olması gerekmektedir (Demirtaş, vd., 2015).

Akkan ve Çakıroğlu (2009)'nin “Öğrencilerin sanal ve fiziksel manipülatiflere yönelik tercihleri” adlı çalışmalarında öğrencilerin somut materyallerden çok sanal manipülatifleri tercih ettikleri sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Sanal manipülatiflerin ve simülasyonların derslerde verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamakta en önemli görev öğretmenlere düşmektedir. Bu çalışma ile matematik öğretiminde etkili öğretmenlerin sanal manipülatifleri ve simülasyonları kullanmaları ile ilgili görüşlerinin ne olduğu hedeflenmektedir. Öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde; kişisel, sosyal, akademik ve iş hayatlarında ihtiyaç duyacakları beceri yelpazeleri olan yetkinlikler Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) belirlenmiştir (MEB, 2018). Bu yetkinliklerden matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinliklerin gerçekleşmesi bekleniyorsa alt başlıklardan birisi de sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı olmalıdır.

TIMSS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) uluslararası değerlendirme programının 2019 raporu yedi ana mesleki gelişim başlığı ortaya koymaktadır. Bunlar Teknolojiyi Matematik/Fen Öğretimine Entegre Etme, Öğrencilerin Eleştirel Düşünme veya Sorgulama Becerilerini Geliştirme, Öğrencilerin İhtiyaçlarını Bireysel Ele Alma, Matematik/Fen Pedagojisi/Öğretim, Bilim Değerlendirmesi, Matematik/Fen İçeriği ve Matematik/Fen Müfredatı şeklinde sıralanmaktadır. Bu rapora göre Matematik ve Fen öğretmenlerinin gelecekte oluşacak mesleki ihtiyaçlarının başında teknolojiyi öğretime entegre etme süreç ve becerileri yer almaktadır. Bu sürecin en etkili sonuçlar doğurabilmesi okulöncesi içeriklerinden

başlanarak güncel sanal manipülatif ve simülasyonlarla harmanlanmış ve ilerleyen sınıf seviyeleri içinde sarmal düzen içinde devam eden bir öğretimi gerekli kılmaktadır.

Bilgi ve teknoloji çağının gereği olarak matematik öğretiminin okul öncesinden üniversiteye kadar teknolojik öğrenme nesneleri ile çeşitlendirilmesi gerektiği öğretim programlarında da belirtilmektedir. Bu kapsamda öğretmenlerin bu öğrenme nesnelerini derslerine entegre etme, bunları kullanma yetkinlikleri, sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri önem arz etmektedir.

1.5 Sayıtlar

Araştırma kapsamındaki öğretmenlerin ankette yer alan soruları yanıtlarken gerçek duygu, düşünce ve tutumlarını içtenlikle ve ciddiyetle yansıttıkları varsayılmaktadır.

1.6 Sınırlılıklar

Araştırma, 2022-2023 eğitim öğretim yılında Batı Karadeniz Bölgesinde bir ilde görev yapan ve çalışma grubunu oluşturan 36 Okul öncesi öğretmenin, 50 sınıf öğretmenin, 71 ilköğretim matematik öğretmenin ve 34 lise matematik öğretmenin anketeye verdiği cevaplar ile sınırlıdır.

1.7 Tanımlar

Çalışmada sıkça kullanılan kavram ve terimlerin bu araştırma bağlamında kullanım amacına uygun olan tanımları ifade edilmiştir.

Öğrenme Nesnesi: Teknoloji destekli öğretim sürecinde kaynak olarak kullanılabilen veya tekrar kullanılabilen dijital materyallerdir (Rehak ve Mason, 2003).

Sanal Manipülatif ve simülasyon: Matematiksel bilgiyi yapılandırmak için fırsatlar sunan, manipüle edilmeye izin veren (elverişli) tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik matematiksel bir nesnenin etkileşimli, teknoloji uyumlu görsel temsili

(Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Öğrenme ortamlarına getirilemeyen gerçek hayat problemlerine çözüm ararken kullanılan gerçek ya da sanal durumlardır.



2. KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Matematik Öğretimi

Matematik, en genel anlamıyla düşüncenin tümdengelimli bir işletim yolu ile sayılar, geometrik şekiller, fonksiyonlar uzaylar ve vb. soyut varlıkların özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkiyi inceleyen bilimler topluluğudur (Altun, 2016). Bu tanım ihtiya ve kullanıma göre “sayı ve şekil bilgisi”, “işlemler ve kurallar topluluğu”, “ r nt  ve düzen bilimi” gibi alt tanımları ortaya çıkabilmektedir. Türkiye’deki matematik eğitimi çoğunlukla “sayı ve şekil bilgisi”, “işlemler ve kurallar topluluğu” tanımı üzerine temellendirilmektedir (Toluk, 2013). Bu  r nt  ve düzeni belirlemek ve keşfetmek ardından anlamlandırmak, tam anlamıyla “matematik yapmak” olarak ifade edilmektedir.

Matematiğin öğretilmesi ve öğrenilmesi ile temel bileşenlere yönelik öneriler, birkaç isim vermek gerekirse, Jean Piaget, Zoltan Dienes, Jerome Bruner, Richard Skemp ve Lev Vygotsky'nin çalışmaları tarafından desteklenmektedir. Piaget'nin katkıları, şema oluşturma, işlem süresi ve sözlü dilin zor kavramların öğrenmedeki rolü alanlarındadır. Matematiksel bilgi, öğrenciler mevcut zihinsel modellerini işleyebildiklerinde ve ayarlayabildiklerinde yeni deneyimleri barındırır (Beth ve Piaget, 1966).

Dienes oyunun, yapılandırılmış öğrenmenin ve varyasyonun savunucusuydu. Matematiksel varyasyon ve algısal varyasyon, tekrardan daha değerlidir. Matematiksel değişkenlik, sabit olanı vurgulamak için bir kavramın yapısıyla ilgili tüm özelliklerin varyasyonunu ifade eder. Algısal değişkenlik, farklı durumlarda sabit olduğu kavramını vurgulamak için durumların çeşitliliğini ifade eder (Dienes, 1963).

Bruner, matematik öğrenmek için somut-resimsel-soyut yaklaşımını geliştirdi. Öğrencilerin matematiksel fikir ve kavramlara bakmak için tekrar tekrar fırsatlara sahip olması gerektiğine inanıyordu. Öğretmenler,  ğrencilerin basitten karmaşığa doğru işleyebilmeleri, bilgileri keşfedebilmeleri, kavramları keşfedebilmeleri ve bilgi ve anlam oluşturabilmeleri için etkinlikleri ve görevleri bir araya getirmek için aktif

öğrenme stratejilerini kullanmalıdır. Birden çok düzeyde ve perspektifte keşfedilmesi gereken fikirler ve kavramlar. Sonunda öğrenciler soyut düzeye ulaşmalıdır (Bruner, 1966).

Skemp, araçsal (enstrümantal) ve ilişkisel anlayış kavramlarını geliştirdi. Araçsal anlama, prosedürel anlamaya benzer. "Nedensiz kurallar" dır. Bir cevap almak için bir algoritmayı takip etme yeteneğidir. Basitçe, öğrencilerin matematik yapabileceği anlamına gelir. İlişkisel anlama, kavramsal anlamaya benzer. Neyi niçin yapacağını bilme yeteneğidir. İlişkisel anlama, öğrencilerin problemleri çözmek için sınırsız yaklaşımlar geliştirebilecekleri kavramsal bir yapı oluşturmalarına izin verir (Skemp, 1976).

Vygotsky'nin Yakın Gelişim Bölgesi (ZPD), bir öğrencinin öğretmen ve akranlarından uygun, yapı iskelesi oluşturulmuş ve pedagojik açıdan sağlam destek verildiğinde, öğrencinin bildikleri ile başarabilecekleri arasındaki boşluğu ifade eder. Kendi başlarına çözebildikleri problemler ile yardım alarak dahi çözemedikleri problemler arasındaki farktır. Tüm öğrenim ZPD'nin içinde gerçekleşir. Öğrencilerin işbirliği ve müzakere yoluyla karşılıklı yarar sağlayan grup etkileşimlerinden anlam ve anlayış geliştirdiğine inanıyordu (Lewis, 2018). Öğretmenler fiziksel ortamda (sınıf) ders verirken bu felsefeleri ne ölçüde benimsediler?

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (NCTM) liderliği ile müfredat, değerlendirme ve öğretim için standartların oluşturulmuş ve yaygınlaşmaktadır. Bu amaçla ilke ve standartlar; 1. Eşitlik ilkesi, 2. Öğretim Programı ilkesi, 3. Öğretim ilkesi, 4. Öğrenme ilkesi, 5. Değerlendirme ilkesi ve 6. Teknoloji ilkesi şeklinde 2000'li yıllarda ele alınmaya başlamıştır. Teknoloji için matematik öğretimi ve öğrenimi için temel araçtır. İçeriğin zenginleştirilmesi, problem çözme, akıl yürütme ve matematiksel fikirlere odaklanmayı artırarak matematik öğrenimini olumlu etkilemektedir (NCTM, 2000) denilmiştir. Yıllar içinde politika yapıcılar (NGA, CCSO) ve diğer meslek grupları K-12 öğrencileri için ortak beklentiler geliştirme, matematik içerik standartları ve uygulamaları ile materyal ve değerlendirme geliştirme verimliliği odaklı bir dizi işbirliği yapar (Porter, vd., 2011) ve Ortak Temel (Çekirdek) Eyalet Matematik Standartları (CCSS-M) geliştirilir. Amaç önemli matematiksel

fikirler üzerine inşa edilmiş tutarlı bir müfredatı öğrenme alanlarını dahil ederek oluşturmaz. Çalışma zaman içinde öğrencilerin matematik anlayışlarının gelişmesiyle ilgili bilinenler üzerine yapılan araştırmalar dikkate alınarak geliştirilmiştir (Cobb ve Jackson, 2011).

Matematik öğretiminin amaçlarını, akıl yürütme ve muhakeme becerilerinin gelişmesine yönelik katkılarını göz önünde bulundurduğumuzda etkili bir matematik öğretiminin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca öğrencilerin matematiğe olan olumsuz tutumlarının da değiştirilmesi, daha anlaşılabilir, ulaşılabilir ve kullanılabilir bir matematik öğretiminin yapılmasına bağlı olduğu söylenebilmektedir. Bu çerçeveden Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018) öğretim programını incelediğimizde etkili matematik öğrenmenin ve öğretmenin odağında, problem çözme sürecinde etkin, bilgiyi açıklayan, transfer eden ve ilişkilendiren öğrencilerin yer aldığı görülmektedir.

Ulusal çapta yaptığı çalışmalar ile ön plana çıkan kuruluşlardan biri olan NCEA (The National Center for Educational Achievement) (2009) Amerika'daki beş eyalette yüksek akademik seviyeye sahip okulların özelliklerini, onları etkili kılan yönlerini irdelenmiştir. Bu okullarda gerçekleştirilen matematik eğitiminde kullanılan sınıf içi etkinliklerin ortak yönleri: 1. Öğrencilerin derse aktif katılımının yüksek olması, 2. Üst düzey düşünme becerisini geliştirmeye yönelik stratejilerin kullanılması, 3. Öğretim esnasında işbirlikçi öğretim, simülasyon ya da uygulamalı çalışmalar, manipülatif kullanımı ve araştırmaya dayalı eğitim yöntemlerine yer verilmesi, 4. Günlük yaşamı anlamlandıracak bilgilerin aktarılmasında geçmiş öğrenmeler ile ilişki kurulması, 5. Matematik derslerinde matematik okur yazarlığına önem verme olarak belirlenmiştir.

CCSS-M, için A-8'den her sınıf düzeyinden beklenen matematik müfredatının kritik alanlarına genel bir bakış sunar. İlgili standartların bu daha büyük grupları, öğrenme alanı olarak adlandırıldı ve bunlardan A-8 sınıflarıyla ilgili on bir tane vardır. Şu anda, yaklaşık 37 eyalet, Washington, D.C., dört bölge ve Savunma Bakanlığı Okulları CCSS-M'yi kabul etti. Birkaç eyalet, standartları en başından itibaren benimsememeyi tercih etti, bazıları kendi versiyonlarını oluşturdu ve bazıları da CCSS-M ile

karşılaştırıldığında hala katılım durumlarına karar vermekte veya kendi standartlarını yeniden değerlendirmektedir.

Bu değişiklik, 100 yılı aşkın bir süredir Amerika Birleşik Devletleri'ndeki matematik içeriğinin en büyük değişimini temsil etmektedir. Ortak Temel (Çekil·dek) Eyalet Standartları, belirli sınıflarda konuların belirlenmesi sadece mutlak matematiği değil aynı zamanda bazen öğrenme elemanları olarak da adlandırılan öğrenme ilerlemeleri hakkındaki araştırma ve uygulamalardan bilinenleri de yansıtmaktadır (Clements ve Sarama, 2014; Confrey, vd., 2014).

İlerlemeler, öğretmenlerin belirli bir kavramdan önce gelenlerin sırasını ve istenilen öğrenme hedeflerine giden bir yol boyunca öğrenciler önemli noktalara ulaştıkça ne beklemeleri gerektiğini bilmelerine yardımcı olabilir (Corcoran, vd., 2009). Bu yollar tüm öğrenciler için ayrı olmasa da matematiksel kavramların anlaşılması ve uygulanmasına yönelik hareketi destekleyecek öğretim deneyimlerinin sırası hakkında bilgi verebilir.

2.1.1 Okul Öncesi Matematik Öğretimi

Burton (1990) matematiği birbirini tamamlayan özellikler şeklinde ifade etmektedir. Bu özelliklerin birincisi matematiğin basit ve kolay olmasıdır. Basitten karmaşığa doğru ilerleyen bir düzeni oluşturması okul öncesi dönemden ilerleyen seviyelere doğru bir öğretimi gerekli kılmaktadır. İkinci özellikte vurgulanan nokta ise oyun ve eğlenceyle öğrenilen bilgilerin daha kalıcı ve anlamlı olduklarıdır.

Okul öncesi dönemde matematik eğitimi çocukların sosyal çevreyle etkileşimi ve iletişimi ile başlar. Çoğu yetişkin için bu akademik bir matematik eğitimini ifade etmese bile eğitimciler için gerçek yaşamla bağlantılı bir matematik eğitimi erken çocukluk döneminin tamamlayıcı bir parçasıdır.

Erken çocuklukta bilişsel gelişime önemli katkıları bulunan oyunların öğretmenler tarafından öğrenme aracı olarak etkin bir şekilde kullanılmalarıdır. Oyun, çocukların dünyayı ve sosyal çevreyi keşfetmelerine, sorgulamalarına ve problemlere çözüm üretmelerine olanak sağlamaktadır. Özelliklerden üçüncüsü ise boş kap özelliğidir.

Çocuklukta gerçekleştirilen matematik öğretimine kavramlardan oluşan bir şema ile değil bu anlamda boş bir zihinle başlanır. Böylece çocuklar formal eğitim sürecine dahil olmadan informal eğitim yoluyla birçok matematiksel beceri ve düşünce ile karşılaşmışlardır (Akman, 2002).

Gelişimin en hızlı olduğu hayatın ilk yılları matematiksel becerilerin gelişimi açısından önemlidir. Okul öncesi dönem matematik kavram ve becerilerin gelişimi açısından iki bölümde ele alınabilmektedir. Bu bölümler 0-3 yaş aralığında kazanılan matematiksel kavramlar ve 3-6 yaş aralığında kazanılan matematiksel kavramlardır.

0-3 yaş aralığı doğumdan başlayan bebeklik dönemidir. Bu dönemde bebekler çevrelerinde var olan nesneleri tanımaya ve özelliklerini keşfetmeye başlamaktadır. Böylece bu nesnelerin büyüklüklerini, ağırlıklarını ve şekillerini belirleyip matematiksel becerilerin gelişimine ilk adımı atmış olurlar (Aktaş Arnas, 2013; Dağlıoğlu, 2002). Ayrıca çevrelerindeki objeleri incelediklerinde, kendilerine uzak nesnelere ulaşmaya çalıştıklarında ve kendilerinden büyük nesnelerin içinden küçük nesnelerin ise üstünden geçtiklerinde uzayı keşfetmiş olurlar (Charlesworth ve Lind, 2010).

3-6 yaş aralığı çocukların sayıya ve saymaya olan duyarlılıkları matematiksel becerilerinin gelişimini desteklemektedir. Üç yaşındaki çocuklar üç veya dört adet objeyi isimlendirebilir veya topluluk içerisinde ayırabilir (Sarama ve Clements, 2009a). Dört yaşlarına geldiklerinde ise kardinal sayılar ve sınıflama becerileri gelişir. Sayma ifadelerinin gruptaki nesne miktarını ifade ettiğini anlamaya başlar (Griffin ve Case, 1997). Ayrıca söylediği her sayma sözcüğünün bir öncekinden bir fazla nesneyi ifade ettiğini kavrar (Sarama ve Clements, 2009a). Beş yaşlarındaki çocukların matematiksel şemalarına ordinal sayılar eklenir. Böylece sıralama ve ardışıklık kavramları da zihinlerinde şemalaşmaya başlar (NAEYC, 2008). Altı yaşındaki çocukların sayma becerilerinin daha da geliştiği görülmektedir. Piaget'in işlem öncesi dönemine denk gelen bu yaş aralığında çocuklar, bir grup objeye bazı objeler eklendiğinde gruptaki nesne sayısının arttığını, çıkarıldığında nesnelerin eksildiğini ve herhangi bir nesne eklenip eksiltilmediğinde ise nesne miktarının aynı kaldığını kavrar.

Çocukların 0-6 yaş aralığına denk gelen bu okul öncesi dönemde matematik becerilerinin temelini atıldığı ve ileriki sınıf seviyelerinde sahip olacağı matematik başarısının belirleyicisi olduğu anlaşılmaktadır (Jordan, vd., 2009). Bu nedenle Starkey, vd. (2004) yaptıkları çalışma ile okul öncesi dönemde matematik öğretiminin bir plan doğrultusunda hazırlanmış programlarla yapılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan okul öncesi eğitim programı matematiksel kavramların tüm alanlarda yer alabildiği; sayı, zaman, şekil, uzay, ölçme gibi kavramların günlük yaşantılar ile kendiliğinden ortaya çıktığı gelişim göstergelerinden oluşmaktadır (MEB, 2013).

Okul öncesi dönemde matematik öğretimi, çocukların sayı ilişkilerini keşfetmeleri, az-çok, ağır-hafif, uzun-kısa gibi gözleme ve deneye dayanan özellikleri belirlemeleri açısından önemlidir. Algıladıkları özellikleri deneyimleyen çocuklar daha sonra bunları resmederek zihinlerinde sayılar hakkında şemalar oluşturur (Redding, 1989). Böylece okulöncesi dönemde çocukların gelişimsel özelliklerine uygun planlanmış gerçek yaşam durumları, keşfetmeye ve deneyimleme hazır yaşantılar çocukların matematiksel kavramları anlama, aralarında sebep-sonuç ilişkisi kurabilme ve düşünce becerileri geliştirecektir.

Erken çocukluk döneminde teknoloji destekli matematik öğretimi çocukların matematiksel bilgilerinin oluşmasına ve farklı yönlerden düşünme becerilerine katkı sağlar. Aktaş Arnas (2004), “Okul Öncesi Dönemde Matematik Eğitimi” adlı kitabının son bölümünde okul öncesi dönemde matematik öğretim materyali olarak bilişim teknolojileri araçlarının kullanılmasıyla çocuklarda problem çözme, uzaysal algı ve geometrik düşünme becerilerinin gelişeceği vurgulanmıştır.

2.1.2 Temel Eğitim - Sınıf Matematik Öğretimi

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ilkokullarda matematik öğretiminin çerçevesini oluşturan İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (İMÖP), 2017 yılında hazırlanmış ve 2018 yılından itibaren güncellenen haliyle matematik derslerinde kullanılmaktadır. İMÖP, ilkokullardaki matematik öğretiminin amaçlarını matematik

okuryazarlığını geliştirmek, günlük yaşamla ilişkilendirilmiş matematiksel ifadeleri anlamlandırmak, problem çözme sürecini düşünce ve akıl yürütmelerini kullanarak yürütmek, stbilişsel bilgi, tahmin ve zihinden işlem becerilerini geliştirmek şeklinde ortaya koymaktadır. Ayrıca ğretim programında yer alan kazanımlar hiyerarşık bir düzen içinde verilerek kavramın ğretiminde önceki öğrenmeleri dikkate almayı gerekli kılmaktadır. Bu amaçlar uluslararası alanda desteklendiğinde başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Matematik yapmak ve geleneksel matematiğİ birbirinden ayıran en önemli nokta ğrenci aktiviteleridir. Matematik yapmak; inceleme, yapılandırma, keşfetme, doğrulama, araştırma, açıklama, temsil etme, tahmin etme gibi üst düzey düşünmeyi gerektiren eylemleri barındırmaktadır (NCTM, 2000). Bunun yanında geleneksel matematik derslerinde öğrencilerin; dinleme, kopyalama, ezberleme, alıştırma yapma gibi düşük seviyede düşünceyi gerektiren etkinlikleri gerçekleştirdikleri karşımıza çıkmaktadır.

İlkokul matematik ğretim programında yer alan kazanımların bilişsel özelliklerine göre sınıflanışında kazanımların %58'i bilme basamağında, %32'si uygulama basamağında ve %10'u akıl yürütme basamağında bulunduğ ifade edilmiştir. Ayrıca 1. sınıftan 4.sınıfa gidildikçe üst düzey beceri gerektiren kazanımların arttığı ancak bilme basamağında yer alan kazanımların azaldığı belirtilmektedir (Delil, vd., 2020). Bu kazanımlar yenilenmiş Bloom taksonomisine göre değ erlendirildiğ inde ise öğrenme kazanımlarının çoğ unun hatırlama, anlama ve uygulama gibi basit düzey öğrenme faaliyetlerini içeren basamaklarda yer aldığı, üst düzey becerileri içeren değ erlendirme, analiz ve yaratma gibi basamaklarda ise az sayıda kazanımın yer aldığı görülmektedir (Aktan, 2019). Bu durum ilkokul matematik programlarının öğrencileri akıl yürütme, tahminde bulunma, problem çözme gibi stbilişsel düşünme becerilerini desteklemediğ ini göstermektedir.

İlkokul ğrencilerin stbilişsel düşünme becerilerini gelişmesini sağ layacak en önemli unsur ğ retilecek kazanımların bireye göre farklılaşmış öğrenme ortamlarında sunulmasıdır (Uskun, 2020). Farklı özelliklere ve öğrenme sitillerine sahip öğrencilerin çoklu öğrenme ortamlarında gerçekleştirdikleri matematik öğrenimi

programının genel amaçlarının gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır. Bu öğrenme ortamlarının oluşturulmasında öğretmenlere büyük bir role sahiptir. Öğretmenler, öğrencilere somut yaşantılar elde edebilecekleri fikirlerini rahatça ifade edebilecekleri ve teknolojik araçlarla desteklenmiş öğrenme ortamları sunmaları gerekmektedir.

Wilson (1992) ve Moore (1993), farklı zamanlarda yapmış oldukları çalışma ile bilgisayarla iyileştirilmiş matematiksel programda eğitim gören öğrencilerin akademik başarılarının geleneksel programda eğitim gören öğrencilerden daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Bilgisayar temelli bir öğretim ortamı içerisinde kullanılan sanal manipülatifler ve simülasyonlar geleneksel öğrenme ortamlarını sorgulayıcı ve keşfetmeye yönelik etkinlikleri barındıran yapılandırılmış bir öğrenme ortamına dönüştürecektir (Schunk, 2014) Jong ve Joolingen (1998), keşfederek öğrenmeyi kolaylaştıran bilgisayar simülasyonları üzerinde yapılan çalışmaları incelediğinde, simülasyonların öğrencilerin “derin” (sezgisel) bilişsel süreçlerini geliştirmede geleneksel öğretimden daha faydalı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

2.1.3 Ortaokul Matematik Öğretimi

Ortaokul matematik konularının çerçevesinin çizildiği ortaokul matematik öğretim programı ülkemizde ve dünyada yaşanan değişim ve gelişime paralel olarak yıllar içinde değişmiş veya güncellenmiştir. 2005 yılında yapılandırmacı eğitim anlayışının benimsendiği ortaokul öğretim programında öğrenciyi merkeze alan sadece içeriğe değil içeriğin öğrenciler tarafından yapılandırılmasına önem verilen yeni öğretim programı hazırlanmıştır. Ardından 2013 yılında MEB’da 4+4+4 sistemine geçilmesiyle öğretim programında en köklü değişimlerinden biri yaşanmıştır. Bu öğretim programına göre ortaokul matematik dersleri öğrencilerin matematiksel kavramları somut deneyimler oluşturarak soyutlaştırmayı ve kavramlar arası ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca matematiksel akıl yürütme, problem çözme ve matematiksel iletişim gibi üstbilişsel düşüncelerin gelişimini desteklemektedir.

Diğer öğretim programlarından farklı olarak 2013’te “Bilgi ve İletişim” teknolojilerinin ortaokul matematik öğretiminde kullanımına vurgu yapılmıştır. Teknolojik araç ve yazılımların kullanımıyla öğrencilerin modelleme yaparak problem

özme, farklı duygu organlarına hitap ederek öğrenme gerçekleştirebilecekleri öğrenme ortamlarına dikkat çekilmektedir. (TTKB, 2013).

Ortaokul öğretim programı 2017’de yeniden revize edilmiş ve yapılan bu değışiklikle öğrencilerin duyuşsal, bilişsel ve sosyal becerilerin eşit bir şekilde gelişmesi dikkate alınmıştır. Sadece matematik öğretimi değil matematik öğretimi ile harmanlanmış değerler eğitimi, birey olma bilinci, doğaya ve dünyaya olan sorumluluklar yer almaktadır. Bu öğretim programında da 2013’te olduğu gibi bilgi ve teknolojiyi etkin kullanabilen bireyler yetiştirilmesine vurgu yapılmıştır (TTKB, 2017).

Son olarak 2018 yılında 2017 öğretim programında temel çerçeveyi aynı bırakarak bazı değışiklikler yapılmıştır. Güncellenen programla bireysel farklılıklara dikkat çekilmiş; anadilde ve yabancı dilde iletişim, dijital vatandaşlık ifadeleri eklenmiştir (TTKB, 2018). Öğretim programlarında yapılan bu değışikliklerin temelinde gelişen teknoloji, değışen ihtiyaçlar ve çağdaş dünyanın gereklilikleri yer almaktadır. Günümüzde matematik işlemi yapan bireylerden çok sorunlara çözüm üretebilen, akılcı, sorgulayan ve çok yönlü düşünme becerisi gelişmiş insanlara ihtiyaç duyulmaktadır. bilişim teknolojilerindeki gelişme matematik fonksiyon ve işlemlerini hızlıca gerçekleştirebilen cihazları gelişmesini sağlamıştır. Böylece bireylerin matematik işlemlerine harcadığı zamanı düşünmeye, matematik okuryazarlığını ve matematik gücünü geliştirmeye harcamaları gerekmektedir.

Matematik okuryazarlığı, matematiğin gerçek yaşamdaki yerini anlama ve tanımlama, yaşamda ihtiyaç duyulması halinde yapılandırıcı, ilişkilendirici ve yansıtıcı yollarla matematiksel karar verme ve bunu yaşam biçimi haline getirme şeklinde ifade edilmiştir.

Matematik gücü ise bireyin belirlenen içerik çerçevesindeki kavramsal ve işlemsel bilgisini; muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerileriyle bir arada işleterek, karşılaştığı problem durumun çözümünde kullanabilme yeterliliği olarak tanımlanmaktadır.

Tüm bunların ışığında ortaokul matematik öğretim programları bireylerin matematik okuryazarlık becerisini ve matematik gücünü arttırmaya yönelik olarak hazırlanmıştır

(MEB, 2018). Bu amaçla bilgi iletişim teknolojileri ile desteklenmiş ders ortamlarına ve onları etkin kullanan öğretmenlere vurgu yapılmıştır.

2.1.4 Lise Matematik Öğretimi

9 - 12. sınıflarda kullanılan Lise Matematik Dersi Öğretim programı yapılandırmacı anlayışın izlerini taşıyan bir programdır. Özellikle eğitim alanında teknolojinin etkilerinin görüldüğü 21.yy da matematiğe değer veren, yeni karşılaşılan sorunların çözümünde matematiği kullanabilen ve matematiksel akıl yürütme becerisi gelişmiş bireylere olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Eğitim öğretim alanında kullanılan bilgi ve teknoloji araçları, matematiğe karşı olan bakış açısını, matematikten beklentileri ve matematiği öğrenme- öğretme süreçlerini etkilemektedir (MEB, 2018).

Öğretim programında yer alan kazanımlar öğrencilerin matematiği öğrenme sürecinde keşfetme, uygulama, farklı yollardan problem çözme, yeni bilgileri var olan şemalarla ilişkilendirme becerilerini geliştirerek aktif öğrenimi desteklemektedir. Öğretim programının uygulanmasında çoklu temsil ve materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamlarına dikkat çekmektedir. Bu ders ortamlarının tasarlanmasında öğretmen ve öğrencilerin teknolojik ve dijital yetkinlikleri önem arz etmektedir (MEB, 2018). Ülkemizde uygulanan lise öğretim programları, kazanımların kazandırılmasında içerik açısından katı sınırlar sunarken eğitim durumları açısından daha esnek bir profil oluşturmaktadır (Canbolat, 2020). Bu nedenle öğretmenlerin uygulama sürecinde kullandığı sanal ve somut materyallerin ve dijital araçların etkinliği önemlidir.

Moreno ve Mayer (2004)'ın simülasyonların öğretim ortamlarında kullanımıyla ilgili yaptığı araştırmada ise simülasyon esnasında bilgisayar ekranında beliren kişiselleştirilmiş mesajların bilgiyi saklama ve problem çözme yeteneklerinin gelişmesinde kişiselleştirilmemiş iletilere göre daha etkili olduğunu bulmuştur. Woodward, vd., (1988) yaptıkları araştırma neticesinde bilgisayar simülasyonlarının geleneksel öğretim ile beraber kullanıldığı öğrenme ortamında eğitim alan lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

2.2 Öğretmen Yeterlilikleri

Eğitim teknolojisi, öğretme ve öğrenme sonuçlarını geliştirmek için dijital araçların ve platformların kullanılmasıdır. eğitim teknolojisi, yazılım uygulamalarını, çevrimiçi kursları, etkileşimli medyayı, uyarlanabilir öğrenme sistemlerini, oyunlaştırılmış ortamları ve daha fazlasını içerebilir. eğitim teknolojisi, her yaştan ve geçmişe sahip öğrenciler için eğitimin erişilebilirliğini, satın alınabilirliğini ve etkililiğini geliştirmeyi amaçlar. eğitim teknolojisi ayrıca öğrenciler ve eğitimciler arasında işbirliğini, yaratıcılığı ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirebilir (URL 1, 2023).

Öğretim teknolojisinin planlı ve sistemli bir müdahale olmaksızın bir dönüşüm gerçekleştirebileceği söylenemez ancak dijital teknolojiler, onları yetkin kullanan öğretmenler tarafından derslere entegre edilebilir (Kumar, vd., 2008). Bu nedenle bilişim teknolojilerinin derslerde etkin kullanımını gerçekleştirecek olan öğretmenlerin teknoloji alanındaki yeterlilikleri önem arz etmektedir. Bilişim teknolojileri araçlarından haberdar olma, özelliklerine ve kullanımına hakim olma en önemlisi ise kazanıma uygun dijital aracı seçebilme, farklı kazanımlara uyarlayabilme yeterlilikleri öğretmenin teknoloji kullanımı alanındaki öz yeterliliğini de destekleyecektir.

Uluslararası Eğitim Teknolojileri Birliği –ISTE (International Society for Technology Education) tarafından öğretmenlerin teknoloji kullanımında bir çerçeve oluşturmak adına geliştirdiği proje ile Ulusal Eğitim Teknolojileri Standartları - NETS (National Educational Technology Standart) yayınlanmıştır. ISTE tarafından yayınlanan bu standartlar ile teknolojinin öğretimde kullanılması öğretmenlerin teknoloji okuryazarı olmasını, derslerine teknolojiyi entegre edebilmesini, öğrencilerin teknolojiyle etkileşimini arttıracak öğrenme ortamları oluşturmasını, teknoloji kullanımı konusunda rehberlik etmesini ve meslektaşları ile internet ortamı üzerinde mesleki paylaşımlar yapabilmesini beklemektedir. ISTE, öğretmenlerin teknoloji kullanımı ile ilgili yeterlilikleri beş başlık altında toplamıştır (ISTE StandardsT, 2008).

1. Öğrenci öğrenmelerini ve yaratıcılıklarını kolaylaştırmak için ilham verme: Öğretmenler, yüz yüze ve sanal öğretim ortamlarında öğrencilerin yaratıcılığını ve

öğrenmesini kolaylaştıracak alan bilgisini, öğrenme öğretme yöntem ve tekniklerini ve teknolojik bilgisini kullanır. Öğrencileri, günlük hayat problemlerinin çözümünde dijital araçları ve yenilikçi düşünce yaklaşımlarını kullanmaya teşvik eder.

2. Dijital çağda öğrenme deneyimleri ve değerlendirmeleri tasarlama:

Öğretmenler, öğrenme süreci içerisinde kavramların öğrenimini etkili olarak gerçekleştirebilmek için dijital araç ve yazılımlar geliştirir. Öğrencilerin bireysel özelliklerini dikkate alarak teknoloji ile zenginleştirilmiş onlara özgü öğrenme ortamları oluşturur. Kişiselleştirilmiş öğretim stratejilerinin ardında biçimlendirici ve özetleyici değerlendirmeler yapar.

3. Dijital çağ çalışma ve öğrenmesini modelleme:

Öğretmenler, uluslararası alanda ve dijital platformlarda yenilikçi bir mesleğin temsilcileri olarak bilgi, beceri ve eylem süreçlerini yürütür. Ayrıca var olan bilginin yeni teknolojik araç ve yazılımlara transferini açıklama, öğrenci başarısını desteklemek için dijital araç ve ortamları kullanarak eğitim öğretimin tüm paydaşlarıyla işbirliği yapma ve bilgi kaynaklarına ulaşmada, değerlendirmede, analiz etmede teknolojik araçların etkin kullanımını sağlama sorumlulukları vardır.

4. Dijital vatandaşlık ve sorumluluğa teşvik etme ve temsil oluşturma:

Öğretmenler, dijital çağın getirdiği ulusal ve küresel sorunları fark ederek mesleğin tüm uygulamalarında yasalara uygun ve etik davranışlar ortaya koyar. Öğrencilerin teknoloji ve bilgi kullanımı konusunda dijital görgü kurallarına uygun davranışlar sergilemelerine teşvik eder.

5. Mesleki ilerleme ve liderlik modellerini ortaya koyma:

Öğretmenler mesleki çalışmalarında sürekli ilerlemeler kaydederek okullarında ve var oldukları toplumda liderlik özellikleri sergiler. Bu süreçte öğretmenlik mesleğinin, okulun ve toplumun etkinliğini teknolojik becerileri kullanarak arttıracak lider öğretmenler modellenir.

NETS-T tarafından yayınlanan bu standartlarda öğretmenlerin eğitim öğretim sürecinin tüm safhalarında teknoloji kullanımına ve gelişen dijital araçların eğitime entegre edilmesine dikkat çekilmiştir.

2.2.1 Okul Öncesi Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri

3-6 yaş arası çocukların eğitim öğretim faaliyetlerinin etkili bir şekilde yürütülmesi amacıyla MEB tarafından okul öncesi öğretmenlerinin sahip olması gereken 7 ana yeterlilik alanı oluşturulmuştur. Çocukların, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini gelişmesini katkı sunacak yeterliliklerin yanında iletişim, okul ve sosyal çevre ile etkileşim alanlarına da dikkat çekilmiştir. Araştırma özelinde “İletişim” yeterlik alanının bilişim teknolojilerinin günlük hayatta kullanımına ait farkındalık geliştirebilme alt yeterliliği incelenmiştir (MEB, 2013).

Yeterlik:			
4- Bilişim teknolojilerinin günlük yaşamda kullanımına ait farkındalık geliştirebilme			
Performans Göstergeleri			
A1 Düzeyi	A2 Düzeyi	A3 Düzeyi	
☐ Bilgi teknolojilerini iletişimi kolaylaştırıcı amaçlarla kullanır.	☐ Bilgi teknolojilerinden öğrenme ortamlarında faydalanır.	☐ Çocukların teknolojiyi günlük yaşantılarında amacına uygun olarak kullanması için fırsatlar yaratır.	
	☐ Çocukların bilgi teknolojilerini tanımalarını sağlar.	☐ İnternet sayfası hazırlama, interaktif uygulamalar, elektronik posta kullanma gibi aktivitelerle bilgi teknolojilerini kullanarak plan ve uygulamalarını aileler, okul yönetimi, diğer alan uzmanları, meslektaşları, diğer okullar, ilgili kurum ve kişilerle paylaşır.	

Şekil 2.1 İletişim ve teknoloji bağlamında yeterlik

Okul öncesi öğretmenlerinin sahip olması gereken bilişim teknolojileri ile ilgili yeterliliğe ait 3 seviye yer almaktadır. Bu seviyelerin en alt düzeyinde dijital araçlar, dikkat çekme ve çocuklarla olan iletişimi arttırmaya yönelik olarak kullanılırken ikinci ve üçüncü aşamalarda öğretim ortamını zenginleştiren materyaller olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gündelik yaşamda teknolojik araçların faydalı ve amacına uygun kullanımına dikkat çekilmektedir. Bu yeterlik alanının en üst seviyesinde öğretmenlerden interaktif uygulamaları öğretimde kullanması ve öğretim materyali olarak web sayfaları tasarlama yetkinliğine sahip olması beklenmektedir.

2.2.2 Temel Eğitim – İlkokul Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri

Temel eğitim seviyesinde yer alan ilkokul öğretmenlerinin öğrencileri bir üst eğitim kademesine en iyi şekilde hazırlamaları için sahip olmaları beklenen 8 ana yeterlik alanı bulunmaktadır. Bu alanlar ilkokul öğrencilerinin bireysel farklılıklarını önemsemeye, öğrencilerin kendilerini bilişsel, duyuşsal ve psikomotor özellikleri açısından tanımasına, doğayı, sosyal çevreyi ve bilimi önemseyen bireylerin yetişmesine dikkat çekmektedir (MEB, 2013).

Araştırma kapsamında ele alınan “*Bireysel ve mesleki gelişim -toplum ile ilişkiler*” ana yeterlilik alanının alt başlıklarından olan *bilişim teknolojilerinden mesleki gelişim ve iletişim için yararlanabilme* ve “*Bilimsel ve teknolojik gelişim*” alanında yer alan *öğrencilerin bilimsel ve teknolojik kavramları doğru ve etkili kullanabilme* alt yeterlik alanı olmuştur.

Yeterlik:		
4- Bilişim Teknolojilerinden mesleki gelişim ve iletişim için yararlanabilme		
Performans Göstergeleri		
A1 Düzeyi	A2 Düzeyi	A3 Düzeyi
☐ Bilişim teknolojilerinin kullanımının, birey ve toplum açısından önemi hakkında görüş ve deneyimlerini çevresiyle paylaşır.	☐ Araştırma, bilgiye erişme ve bilgiyi paylaşma amacıyla arama motorlarını, internet sitelerini- portallarını ve veri tabanlarını kullanır.	☐ Bilişim teknolojileri araçlarını öğrenciyle, meslektaşlarıyla, yöneticilerle, ailelerle ve uzmanlarla etkili iletişim ve işbirliği için kullanır.

Şekil 2.2 Bireysel ve mesleki gelişim – Toplumsal İlişkiler Bağlamında yeterlilik (s.160)

Bu alt yeterlilik alanında, öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma durumlarına göre sıralanan 3 seviye yer almaktadır. En alt seviyede öğretmenlerin bilişim teknolojileri hakkında bilgileri ele alınırken ikinci ve üçüncü seviyelerde bilişim teknolojilerini kendi mesleki gelişimleri kullanabilen, öğrenciyle, meslektaşlarıyla, uzmanlar ve ailelerle iletişimin bir aracı olarak kullanan öğretmen yeterliklerine vurgu yapılmıştır.

Yeterlik:

1- Öğrencilerin bilimsel ve teknolojik kavramları doğru ve etkin kullanmalarını sağlayabilme

Performans Göstergeleri

A1 Düzeyi	A2 Düzeyi	A3 Düzeyi
☐ Bilimsel ve teknolojik kavramları doğru ve etkin kullanmaya özen gösterir.	☐ Öğrencilerin bilimsel kavramları doğru ve etkin kullanmalarını sağlamak için çeşitli yöntemler kullanır.	☐ İş birliği yaparak tüm öğrencilerin bilimsel ve teknolojik kavramları doğru ve etkin kullanmalarına yönelik okul içi ve okul dışı etkinlikler düzenler.
☐ Öğretim sürecinde yararlanacağı tüm örnekleri yazılı eserler, tv ve radyo programlarından kavramsal olarak hatası olmayanlar arasından seçer.	☐ Öğrencileri düşünce ve izlenimlerini ifade ederken bilimsel kavramları kullanmaya yönlendirir.	☐ Öğrencilere, bilimsel ve teknolojik kavramları doğru ve etkin kullanmaları açısından, yazılı eserleri ve görsel kaynakları değerlendirme becerisi kazandırır.

Şekil 2.3 Bilimsel ve teknolojik Gelişim bağlamında yeterlilik

Bu alt yeterlilik alanı ile öğrencilerin bilimsel ve teknolojik kavramları kullanımı ile ilgili 3 seviye yer almaktadır. Bu seviyelerin ilkinde öğretmenlerin kavramları doğru ve etkin kullanımına vurgu yapılırken, ikinci ve üçüncü seviyelerde öğrencilerin bilimsel ve teknolojik kavramları okul içi ve okul dışı faaliyetlerde doğru ve etkin kullanımına rehberlik etmesi vurgulanmaktadır.

2.2.3 Ortaokul Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri

İlköğretim Matematik öğretmenlerinin matematik öğretimini daha etkili hale getirebilmesi adına sahip olması gereken yeterlikler 6 ana başlıktan oluşmaktadır. Bu yeterlilik alanları matematik öğrenme ortamlarının tasarlanması, kullanılan materyal çeşitliliği, öğrenme alanları hakkında bilgilerin yapılandırılması, öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirme gibi alt öğrenme alanlarına ayrılmaktadır (MEB, 2013).

Ortaokul Matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken yeterlilikler araştırmamız bağlamında incelendiğinde “*matematik öğretim durumlarını planlama ve düzenleme*” başlığı altında yer alan *öğrenme öğretme süreçlerini zenginleştirebilmek için uygun araç-gereç ve kaynaklardan yararlanma* ve *matematik öğretiminde teknoloji kullanımı* alt başlıkları irdelenecektir.

Yeterlik:

3- Öğrenme ve öğretme süreçlerini zenginleştirmek için uygun araç-gereç ve kaynaklardan yararlanabilme

Performans Göstergeleri

A1 Düzeyi

- ☐ Matematik öğretiminde bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi için araç gereç kullanmanın, kaynaklardan yararlanmanın önemini bilir.
- ☐ Matematik öğretiminde bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi için araç gereçleri etkin bir biçimde kullanır ve öğrencilerin bu araç gereçleri tanımasını ve kullanmasını sağlar.

A2 Düzeyi

- ☐ Öğrenme ve öğretme süreçlerini zenginleştirmek için var olan araç gereçlerle birlikte şema tablo, resim, grafiklerden; metafor, benzetimler ve hikâyelerden; sözlü sunumlar, drama gibi yöntemlerden yararlanır ve bunların kullanımı konusunda öğrencileri cesaretlendirir.

A3 Düzeyi

- ☐ Öğretim sürecinde kullandığı araç-gereçleri kullanışlılığı, güncelliği, etkililiği, ekonomikliği gibi açılardan değerlendirerek zenginleştirir veya özgün araç-gereçler hazırlar.
- ☐ Matematik öğretiminde içeriğe, öğrenci seviyesine ve çevre koşullarına uygun araç-gereçleri ve kaynakları geliştirme konusunda bilgi ve deneyimlerini meslektaşlarıyla paylaşır.
- ☐ Öğrencilerin matematik öğrenirken özgün araç - gereçleri üretmesini ve bunların kullanılmasını destekler.

Şekil 2.4 Matematik öğretim durumlarını düzenleme ve araç-gereç kullanımı bağlamında yeterlik

Bu alt yeterlik alanında öğretmenlerin öğretme sürecinde araç-gereç kullanımı ile ilgili 3 seviye yer almaktadır. Matematik derslerinin sanal ve somut materyallerle zenginleştirilmesi öğretmenlerin materyallerin özelliklerini tanımaları, derslere entegre edebilmeleri ve özgün araç-gereçler geliştirerek meslektaşları ile paylaşımının önemi vurgulanmıştır.

Yeterlik:

4- Matematik öğretiminde teknolojik kaynakları kullanabilme

Performans Göstergeleri

A1 Düzeyi

- ☐ Öğrenmenin daha etkin gerçekleşmesi için teknolojik kaynaklardan yararlanmanın önemini bilir.
- ☐ Matematik öğretiminde bilgiye erişmede kullanılabileceği, internet sitelerini ve yazılımlarını tanır.
- ☐ Bilişim teknolojilerinin kullanımının, birey ve toplum açısından önemi hakkında görüşlerini çevresiyle paylaşır.

A2 Düzeyi

- ☐ Matematik öğretiminde desteklemek amacıyla teknolojik kaynakları değerlendirerek sistematik bir şekilde kullanır.
- ☐ Mevcut olanaklar doğrultusunda öğrencilerin teknolojik kaynaklardan yararlanabilmeleri için uygun ortam hazırlayarak bu kaynaklara erişimlerini sağlar.
- ☐ Araştırma, bilgiye erişme ve bilgiyi paylaşma amacıyla arama motorlarını, internet sitelerini-portallarını ve veri tabanlarını kullanabilir.

A3 Düzeyi

- ☐ Matematik öğreniminde ihtiyaç duyulan teknolojik kaynakları çeşitlendirir ve bu konudaki bilgi ve deneyimlerini meslektaşları ile paylaşır.
- ☐ Bilişim teknolojileri araçlarını öğrenciyle, meslektaşlarıyla, yöneticilerle, ailelerle, uzmanlarla etkili iletişim ve işbirliği için kullanır.

Şekil 2.5 Matematik öğretim durumlarını düzenleme ve teknoloji bağlamında yeterlilik

Bu alt yeterlilik alanında yer alan 3 seviye öğretmenlerin teknolojik kaynaklar hakkında sahip olduğu bilgi, öğrenme öğretme sürecine da bu materyallerden yararlanma durumları ve farklı teknolojik materyallerin kullanımı konusunda meslektaşları ile olan iletişimi vurgulamaktadır. Ayrıca öğretmenlerin, öğretim durumlarını bir ders planı dahilinde planlamaları ve bu ders planlarını matematiğe özgü bilgisayar yazılımları ile desteklemeleri önerilmektedir. Ders ortamları öğrencilerin çoklu düşünme becerilerini geliştirecek somut ve sanal materyallerle zenginleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally (Van De Walle vd., 2019) adlı kitabın 10. baskısında matematik öğretmenleri için “İlkelerden Eylemlere Altı Rehber İlke” düzenlenmiş ve bunlardan dördüncüsü araçlar ve teknoloji olarak belirlenmiştir.

Araçlar ve teknoloji; 1. Matematiksel kavram, yapı ve ilişkilerin keşfedilmesini desteklemek için bir dizi teknolojik araç ve manipülatif kullanma, 2. Teknolojinin entegrasyonunu hesaplamanın ötesinde düşünme, 3. Teknolojinin problem çözme bağlantılarının kariyere hazırlamak için nasıl kullanıldığına ilişkin bağlantıları keşfetme.

Bu bağlamda biçimlendirici değerlendirmeler içinde;

1. Öğrencilerin nasıl performans gösterdiklerini, öğretimin nasıl güncellenebileceğini ve bu şekilde nasıl geliştirilebileceğini izlemek için sürekli bir değerlendirme anı yapma,
2. Öğrencilerin ihtiyaçlarını tam olarak belirlemek için sadece genel artışlara ve azalmalara bakan test sonuçlarının ötesine geçme,
3. Çeşitli öğrenci performanslarını yakalamak için çoklu değerlendirmeleri kullanma,
4. Öğrencileri, bazen kendi performanslarını arttırmak için başkalarının çalışmalarını değerlendirerek öz-değerlendirme yapmaya teşvik etme,

5. Öğrencilere çalışmalarını nasıl kontrol edeceklerini öğretme.

2.2.4 Lise Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri

Ortaöğretim kurumlarında görev yapan matematik öğretmenlerinin öğrencilere matematik dersini sevdirmek, matematiksel kavramları mesleki alanlar ile ilişkilendirmelerini sağlamak, teknolojik araçları matematik öğretiminin çeşitli aşamalarında kullanarak öğrenme ortamını zenginleştirme gibi özelliklerinin ele alındığı 4 yeterlik alanı bulunmaktadır (MEB, 2013).

Araştırma kapsamında “Alan eğitimi bilgisi” yeterlik alanının *matematik öğretiminde uygun kaynak, materyal ve teknolojileri uygulayabilme ve geliştirebilme* alt alanı incelenmiştir.

YETERLİKLER	PERFORMANS GÖSTERGELERİ
B.3. Matematik öğretiminde uygun kaynak, materyal ve teknolojileri uygulayabilme ve geliştirebilme	B.3.1. Matematik öğretimi için gerekli özel araç gereçleri kullanır. (cetvel, pergel, iletki vb.). B.3.2. Matematik öğretimiyle ilgili ulaşılabilir kaynak ve materyalleri (kitap, video, somut araç-gereç vb.) gerektiğinde değişiklikler yaparak kullanır. B.3.3. Matematik öğretimiyle ilgili ihtiyaç duyulan materyalleri geliştirir. B.3.4. Matematik öğretimi için geliştirilen uygun internet tabanlı kaynaklardan (web sitesi, animasyon, küçük uygulama [applet] vb.) faydalanır. B.3.5. Matematik öğretiminde kullanılabilecek ulaşılabilir teknolojilerden (avuç içi bilgisayar, veri toplama cihaz ve algılayıcıları [sensor], grafik hesap makineleri, akıllı tahta, projeksiyon cihazı vb.) faydalanır. B.3.6. Matematik öğretimi için geliştirilen bilgisayar yazılımlarını (dinamik geometri ve istatistik yazılımları, elektronik tablo, bilgisayar cebir sistemleri, grafik çizdirme yazılımları vb.) kullanır.

Şekil 2.6 Alan Eğitimi Bilgisi Kapsamında Lise Matematik öğretmeni yeterlilikleri

Bu alt öğrenme alanına ait 6 performans göstergesi yer almaktadır. Matematik öğretiminde kullanılan somut araç gereçlerin yanında internet tabanlı eğitsel yazılımların etkin kullanımına dikkat çekilirken aynı zamanda dijital araçları matematik kazanımlarına uygun olarak kullanımı vurgulanmıştır.

2.3 Matematik Öğretiminde Dijital Teknolojiler

Teknolojideki gelişmeler ve değişimler gündelik hayatımızı da tesiri altına almaktadır. Günlük yaşamın farklı alanlarında ihtiyaç duyulan problem çözme becerisi, muhakeme yeteneği, karşılaşılan sorunlara uygun çözüm üretme kabiliyeti gibi düşünsel yapıların altında matematiksel bilgi ve beceriler yer almaktadır. Bu nedenle günlük yaşamın devamı için hemen hemen tüm insanlar matematik ve teknoloji okur-yazarlığı konusunda kendilerini geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır (Deniz, 2019).

Matematik eğitimi, matematiği anlayan, modern dünyaya uyum sağlamak için gerekli matematik bilgisine sahip ve teknolojiyi kullanan yetkin insanlar üretebilmelidir (Ersoy, 2003). NCTM (2008)'nin yayınlamış olduğu pozisyon raporunda teknolojinin matematik öğretme ve öğrenmedeki rolünü şu ifadeler ile belirtmiştir.

“Teknoloji, 21. yy. matematik öğrenimi için temel bir araç olup tüm okullar her öğrencinin teknolojiye erişimini sağlamalıdır. Etkili öğretmenler, öğrencilerin anlamalarını geliştirmek, ilgilerini canlı tutmak ve matematikteki yeterliliklerini arttırmak amacıyla teknolojinin potansiyelini mümkün olan en iyi seviyeye çıkarırlar.”

Teknoloji, matematik ders içeriklerinin öğrenci tarafından öğrenebilme kapsamını geliştirebilir ve öğrencilerin çözebileceği problemlerin çeşitliliğini arttırabilir (Ball ve Stacey, 2005; NCTM Pozisyon Raporu, 2008). Matematikçi ve matematik eğitimcisi akademisyenler teknoloji destekli matematik öğretiminin, öğrencilerde kalıcı öğrenmeler oluşturduğu, ders içi motivasyonu arttırdığı, matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmeyi sağladığı ve öğrencilerin bireysel farklılıklarından kaynaklanan eksikliklerini en aza indirdiği görüşünü paylaşmışlardır (Aydın, 2022).

Matematiğin soyut kavramları ile reel dünya arasında bir köprü görevi gören teknoloji, öğrencilerin özgür ortamda çalışmalarına da imkân tanımaktadır (Dede ve Argün, 2003). Perker (1985)'e göre teknolojik araçların matematik öğretiminde kullanılmasıyla akademik başarının artması, öğrencilerin derse istekli olması, matematik dersine karşı gelişen korku ve kaygının azalması ve analitik düşünmenin gelişmesi sağlanacaktır. Teknolojinin soyut matematiksel kavramların kazandırılmasında yadsınamaz payına rağmen, matematik eğitime entegrasyonu çok sayıda eğitimcinin ve araştırmacının beklentilerinin altında kalmıştır (Lagrange, vd., 2003). Bunun temelinde, teknolojinin ders etkinlikleri içinde bir “ek iş” olarak görülmesi ve öğretimde kullanılan öğrenme araçlarının, ders materyallerinin bir tamamlayıcısı olarak kabul görmemesi veya yeterli seviyede kullanılmaması yer almaktadır (Van de Walle vd., 2019).

Etkili sınıf ortamlarının oluşturulması amacıyla çok çeşitli öğretim materyalleri tasarlanmış ve öğrenme-öğretme süreci içerisine entegre edilmeye çalışılmıştır

(Aydoğmuş, 2010). Teknolojik öğretim araçları, geliştirilen öğretim materyalleri içerisinde çağımızın ihtiyaçlarını en üst düzeyde karşılayabilecek ve geleceğe yönelik atılacak olan adımların ön koşulunu oluşturabilecek konumdadır. Öğretim faaliyetleri içerisinde en geniş yelpazeye sahip olan eğitim teknolojisi aracı, gerek kullanım alanları gerekse bağlantılı olduğu teknolojiler itibariyle bilgisayarlardır (Vatansever, 2007). Bilgisayarların ve bilgisayar yazılımlarının matematik öğretiminde kullanılması, bir yönüyle öğrencileri hayata ve geleceğe hazırlarken diğer yönüyle onların matematik dersine karşı olumlu duyuşsal özellikler geliştirmelerini ve matematik dersine yönelik bilişsel amaçları gerçekleştirmelerini sağlayacaktır (Öztürk, vd., 2011).

Öğretim faaliyetleri içerisinde teknolojinin payının hızla artması kaçınılmaz olmuştur ancak teknolojinin öğretime ve öğretimsel göreve uygun ve etkili kullanılması araştırmacılar için tartışma konusu olmuştur. Bu bağlamda ele alınması gereken asıl soru bilgisayarların eğitimde kullanıp kullanmamak değil nasıl kullanacağımızı belirlemektir (Rapp ve Gittinger, 1993). Teknoloji destekli matematik eğitimi, belli donanımlara ve konu ile ilgili geliştirilmiş yazılımlara ihtiyaç duymaktadır (Öner, 2009). Uzmanlar tarafından geliştirilen yazılımlar, kazandırılacak hedef davranışın bilgisayar tarafından işlenmesi için tasarlanmış bilgisayar programlarıdır (Aydoğmuş, 2010). Kokol-Voljc (2007)'e göre, matematik öğretiminde matematiksel yazılımların yerinde ve kullanım amacına uygun olarak kullanılması, matematik öğrenme ve öğretme sürecini kusursuzlaştırabilir.

Matematik öğretiminde kullanılacak olan bilişim teknolojileri araçlarının öğrencilerin düşünce dünyalarını derinleştirecek öğrenme ortamları oluşturabilmeleri için geleneksel ders ortamlarına nitelikli yazılımların yapılandırmacı felsefe ile uyarlanması gerektiği ifade edilmektedir (Baki, 2001). Battista (2001)'ya göre en uygun öğrenme ortamı öğretmenin sorduğu soruların merkezde olduğu değil, öğrencilerin etkileşimli ortamlarda özgün fikirler ürettiği ve bilgileri keşfettiği ders ortamlarıdır.

Matematik öğretiminde yer alan öğrencilerin öğrenme becerilerini geliştiren bilişim teknolojileri üç ana başlıkta ele alınmıştır (Battista, 2001).

- **Genel Teknolojik Araçlar:** Yalnızca matematik öğretimini etkili hale getirmek veya matematik yapmak için tasarlanan bilgi iletişim teknolojileri değil, her alanda kullanılabilen teknolojileri ifade etmektedir. İnternet tabanlı iletişim araçları örnek verilebilir.
- **Matematik Yapmak için Teknolojik Araçlar:** Matematik işlemlerini kolaylaştıran ve işlemsel süreçte zaman kazandıran teknolojik araçlardır. Excel, SPSS istatistik programları bu araçlara örnek verilebilir.
- **Matematik Öğretimi için Teknolojik Araçlar:** Matematik kavram becerilerini geliştiren öğrencilerin öğrenmelerine katkı sunan matematiğe özgü geliştirilmiş yazılım ve teknolojileri kapsayan araçlardır. Geogebra, Mathigon gibi sanal manipülatif ve simülasyon siteleri örnek verilebilir.

Taylor (1980) geliştirdiği teorik çerçevede matematik öğretiminde, bilgisayarların Öğretici (*Tutor*), Araç (*Tool*) ve Öğretilen (*Tutee*) olmak üzere üç görevinin olduğunu ileri sürmüştür.

Öğretici (*Tutor*) rolünü üstlenen bilgisayarlarla öğretim, yazılım ortamında hazırlanan sanal materyaller veya hazır uygulamalar ile gerçekleşmektedir. Öğrenciler kendilerine sunulan uygulamalarda gerekli incelemeleri yapar, yöneltilen soruları yanıtlar ardından bilgisayarlar bu yanıtları değerlendirip uygun geri bildirimler ile öğrencileri yönlendirir. Öğrenme süreci içerisinde öğrenci bir kullanıcı rolündedir bilgisayar yazılımlarının yönlendirmelerine göre hareket ederek kavrama yönelik çıkarımlarda bulunur.

Araç (*Tool*) rolünde bulunan bilgisayarlar karmaşık işlemlerin yapılmasında, türev almada, denklem çözmede, 2 boyutlu veya 3 boyutlu grafiklerin çizilmesinde kullanılan bir yardımcı konumundadır. Öğrencileri rutin olmayan problemleri çözümü için cesaretlendirir, onlara matematiksel işlemlerle uğraşmak yerine kavramın temel yapısı üzerinde düşünme fırsatı verir.

Bilgisayar teknolojilerinin matematik öğretimine dahil edilmesiyle matematik öğretim programlarında değişikliğe gidilmiştir. MEB (2018), öğretim programlarının

perspektifi içerisinde öğrencilere kazandırılması beklenen yetkinlikleri ele almıştır. Bu yetkinlikleri, Pea (1985)'nın bağlamında incelediğimizde dijital yetkinlik olarak ortaya konmaktadır. Günlük hayat ve iş hayatında kullanılan bilgilerin erişimi, üretimi ve saklanması hususunda bilgisayar ve internet yazılımlarının kullanılması matematik öğretiminin içeriğinin de değişmesini gerektirmektedir.

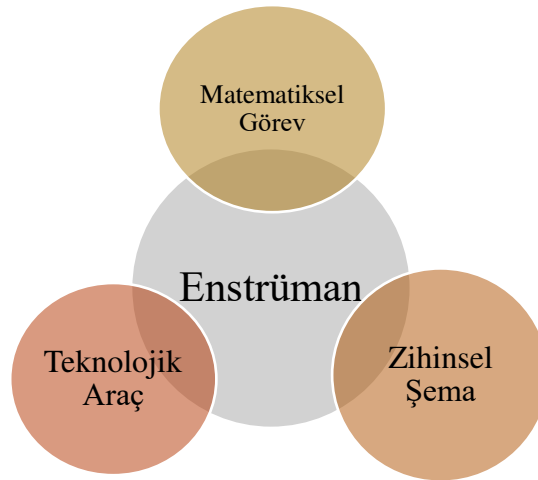
Teknolojiyle birlikte öğrenciler matematiksel kavramları gerçek hayat durumlarında tecrübe edebilmişlerdir (Heid, 1997). İçerik ve programlarda yapılan değişimler teknolojinin yeniden düzenleyici görevine dikkat çekse de bunu tanımlamada tek başına yeterli olmamıştır. Geliştirilen bilgisayar yazılımları, öğrencilerin matematik aktivitelerinde sahip oldukları matematiksel bilgileri yeniden inceleme ve değerlendirme imkanı sunmuştur ve bu şekilde öğrencilerin matematik kavramlarını algılayışlarının geliştiği ve yükseldiği ifade edilmiştir (Heid, 1997; Pea, 1987). Teknolojiyle birlikte öğrencilerin zihinlerinde var olan şemalar, bağlantılar bilgisayar ekranlarında görünür olmaktadır (Hoyles, 1995). Matematiksel yazılımların öğrenciye sunduğu geri bildirimler sayesinde bu şemaların yeniden gözden geçirilmesi ve yeni öğrenilen bilgilerle bağlantıların oluşturulmasını sağlamaktadır.

Buchberger (1990) bilgisayarların matematik öğretimindeki yerini Beyaz Kutu/Kara Kutu (White Box / Black Box) benzetmeleri ile ele almıştır. Matematik yazılımları ile gerçekleştirilen aktivitelerde içeriğin alt yapısına hakim olmayan öğrenciler için teknoloji kullanımı pek anlamlı öğrenmeler oluşturmayacaktır bu durumda teknoloji kara kutu olarak adlandırılmıştır. Yazılımların ortaya çıkardığı ürünlerin farkında ve aktivitelerin alt yapısını bilincinde olan öğrenciler için daha anlamlı öğrenmeler oluşmaktadır bu nedenle teknoloji beyaz kutu olarak ifade edilmiştir.

Artigue (2008), matematik öğretiminde teknolojinin arabulucu görevi üstlendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin içerisinde bulunduğu öğrenme ortamını onlar için rekabetçi bir ortam olduğunu ifade ederek teknolojiyi öğrencilerin özel öğrenme yöntemlerine uygun ve matematiksel ilerlemelerine katkı sunacak geri bildirimler oluşturan yazılımlar tasarlamak için kullanmak, rekabetçi öğrenme çevresi içinde matematiksel kavramlar ile öğrenciler arasında arabuluculuk yapacağını öne sürmüştür.

Öğretim teknolojilerinin öğrencilere ve öğretmenlere sunduğu avantajlar tek başına değerlendirildiğinde anlamlı sonuçlar oluşturmamaktadır. Bu teknolojik araçların matematik öğretiminde yer alması ve araç ile kullanıcı arasındaki ilişkinin anlamlandırılmasını önemli kabul eden ve teknolojik araçların matematik öğretimine entegrasyonunu sağlamayı amaçlayan bir diğer teori ise Enstrümantal oluşum teorisidir.

Enstrümantal Oluşum teorisi, öğretim faaliyetlerini çeşitlendirmek için geliştirilen araçlar ile bu araçları kullananlar arasındaki bağlantıyı dikkate almaktadır (Guin ve Trouche, 2002). Enstrümantal oluşum teorisi içerisinde kullanılan her araç bir enstrüman olarak kabul edilmemektedir. Araç, bir matematiksel işlevi gerçekleştirmek için kullanılan ve amaca ulaşmada kolaylık sağlayan somut veya soyut materyaller olarak ifade edilmektedir (Kabaca, 2016). Enstrüman ise kullanılan bu dijital araçlara yönelik öğrencilerin zihninde geliştirdikleri algı ve bunları kullanma yöntemleri ile ilgili oluşturdukları şemalarla bağlantılıdır. Zihinsel şemalar birçok faktörden etkilendiği için bireyler arasında farklılık göstermektedir. Bu nedenle, aynı araç aynı matematiksel işlev için kullanılsa da farklı bir enstrümana dönüşebilmektedir (Trouche, 2005). Bir aracın enstrüman olarak kabul edilebilmesi için gerçekleştirilecek matematiksel görev, bu görev için kullanılacak dijital araç ve bireyin kullandığı teknolojik araca yönelik oluşturduğu zihinsel şemalar arasında bağlantı kurulması gerekmektedir (Drijvers ve Trouche, 2008).



Şekil 2.7 Enstrüman Oluşum teorisi

Öğrenciler bu üç bileşen arasında ilişkiyi geliştirerek farklı matematiksel görevler için kullanacakları dijital araca yönelik var olan zihinsel şemalarını değiştirme veya yeni şemalar oluşturma süreci içerisinde yer alıyorsa enstrümantal oluşum söz edilebilir (Verillion ve Rabardel, 1995). Ancak bu oluşum sürecinin gerçekleşmesi zaman alabilmekte ve bu süre öğrenciden öğrenciye farklılık göstermektedir. Enstrümantal oluşum sürecinin tamamlanması için ilk olarak öğrencilerin kullanacakları aracı iyi tanımaları gerekmektedir. Deneme-yanılma yoluyla sanal materyallerle etkileşime giren öğrenciler materyalin özelliklerini ve sınırlılıklarını keşfetmeye başlar. Sürecin ikinci aşmasında dijital aracı iyi tanımlayan öğrenciler aracın özelliklerini çalıştıkları matematiksel göreve uyarlayabilirler veya yeni zihinsel şemalar oluşturmak için kullanırlar (Rabardel ve Beguin, 2005).

Trouche (2004), Enstrümantal oluşum sürecini daha etkili hale getirip süreci yönlendirmek adına çeşitli teknolojik araçların, matematiksel öğretim faaliyetleri içerisinde nasıl uyum içinde kullanılabileceğini ifade eden orkestrasyon terimi ortaya atmaktadır. Bunun üzerine matematik öğrenme ortamlarını zenginleştirmek adına çalışmalarda bulunan Drijvers vd. (2010) altı orkestrasyon türü ifade etmişlerdir. Orkestrasyon türleriyle teknolojik araçların derslerde nasıl kullanılacağını gösteren bir sıralama belirtilmiştir.

Teknik gösteri: Öğretmen, kullanacağı dijital araca ait teknik özellikleri açıklar. Öğrenciler araçla çalışmaya başlamadan önce aracın detaylarının tanıtıldığı orkestrasyon türüdür.

Ekranı gösterme: Öğretmen aracın teknik özelliklerinden ziyade ekrandaki matematiksel içerikleri öğrenciler ile paylaşır. Öğretmenin aktif olduğu bu süreçte öğrenciler pasif konumda öğretmen ve ekranı incelerler.

Ekranla tahtayı ilişkilendirme: Öğretmen sınıf tahtasında veya kitapta yazılı olan matematiksel içerikler ile teknolojik aracın ekranı arasındaki bağlantıları sunar. Yine öğretmen merkezli ilerleyen bir ilişkilendirme sürecidir.

Ekranı tartışma: Öğretmen, ekrandaki matematiksel içeriklerle ilgili tüm sınıftaki öğrencilerin aktif olacağı bir tartışma ortamı oluştur. Öğrencilerin aktif olduğu bu aşamada öğretmen yönlendirici konumundadır.

Gösteriyi seçme: Öğretmen öğrencilerin daha önce yapmış oldukları çalışmaları düşünürler. Yeni gerçekleştirecekleri matematiksel faaliyetle ilgili önceden seçmiş ve saklamış olduğu çalışmaları tartışmaya açarlar.

Sherpa İş başında: Sınıf içerisinde bir öğrenci öğretmen tarafından tahtaya çağırılır ve süreç öğrenci merkezli olarak ilerler. Sherpa öğrenci, ilgili matematiksel işlemle ilgili dijital aracı ve aracın özelliklerini kullanarak sınıf ortamına sunar.

Bilişim teknolojilerindeki yenilikler ve ilerlemeler öğrenme-öğretim sürecinde öğrencilerin anlayışlarını geliştirecek farklı ve zengin fırsatlar oluşturmaktadır. Soyut kavram ve ilişkilerin ağırlıklı olduğu matematik gibi derslerde bu kavramları ve kavramlar arası ilişkileri somutlaştırmak için tasarlanan bilgisayar yazılımları “sanal manipülatif” olarak adlandırılmış ve derslerde kullanımı önem kazanmıştır (Karakırık ve Aydın, 2011).

2.3.1 Öğrenme Nesneleri

Wagner (2002)’a göre, öğrenme nesneleri, bireylerin öğrenme çıktılarının amaçlarına ve sonuçlarına ulaşmak için gerekli olan ve tekrarlanabilen en küçük öğrenme öğeleridir. Diğer bir tanımda ise aranabilir yeniden kullanılabilir ve hedeflendirilebilir, internet tabanlı nesnelerdir şeklinde ifade edilmiştir (Barritt ve Lewis, 1999). Gibbons vd., (2000), öğrenme nesneleri ifadesini öğretimsel nesneler şeklinde kullanmıştır. Öğretimsel nesneler, kavram öğretimini sağlamak için bağımsız olarak bir araya gelen yapı elemanlarıdır. Bunların içerisinde problem durumu, etkileşimli modeller, öğretimi desteleyecek yönergeler ve geri bildirimler bulunmaktadır. Rehak ve Mason (2003), bunların yanında öğrenme nesnelerini teknoloji destekli öğretim sürecinde kaynak olarak kullanılabilen veya tekrar kullanılabilen dijital materyallerdir.

Öğrenme nesneleri ile ilgili ifade edilen tüm tanımlar göz önüne alındığında öğretimde sistemli ve amaçlı olarak kullandığımız materyalleri kapsadığı anlaşılmaktadır.

Özellikle çevrimiçi öğrenme ortamlarında kullanılmak üzere geliştirilen materyallerin farklı kişiler tarafından çeşitli öğrenme ortamlarında ve çeşitli amaçlarla kullanılması için ortaya konulan bir modeldir (Karaman, 2005). Öğrenme nesnelerinin ortak özellikleri şu şekildedir:

1. Erişilebilirlik ve arama: Bu, öğrenme nesnelerinin kolayca aranabilir ve onlara ihtiyaç duyan kullanıcılar tarafından ulaşılabilir olduğu anlamına gelir (Namuth, vd., 2005).
2. Taneli yapıda olması: Bir öğrenme nesnesinin tanecikli (granürlü) yapıda olması onun kapsamının ve öğrencilerin etkileşimde bulunacağı süre ile ilgilidir. Öğrenme nesnesi için en ideal boyutun, bir oturum da tamamlanabilecek şekilde ve en fazla 45 dakikalık parçalar halinde sunulması gerektiğini ifade etmektedir (Francis ve Murphy, 2008).
3. Çeşitlilik: bir öğrenme nesnesinin ses, resim, video gibi farklı elemanlardan oluşması öğrenme nesneleri içerisinde farklılığa neden olmaktadır. Böylece öğretmen ve öğrencilerin kazanıma uygun öğrenme nesnesi seçiminde çok sayıda alternatifi olmaktadır (Salas ve Ellis, 2006).
4. Taşınabilirlik: Bir öğrenme nesnesinin taşınır olması onun fiziksel yer değişikliğini değil, farklı sanal ortamlar, uygulamalar çeşitli donanım ve yazılımlar arasında taşınabilir olmasını ifade etmektedir (Türel, 2008).
5. Düşük maliyet ve ekonomiklik: Sanal ortamda bulunan bu materyallerin hızlı üretim avantajı, kolayca güncellenebilir ve yeniden kullanıma uygun olması öğrenme nesnelerinin ekonomikliğini ifade etmektedir (Weller, 2004).
6. Esneklik: Tasarlanan öğrenme nesnelerinin sadece bir kazanıma uygun olarak değil farklı farklı kazanımlara uyarlanabilir olması yeniden kullanımı kolaylaştıracaktır (Aydın, 2011).
7. Tekrar kullanılabilirlik: Öğrenme nesnelerinin farklı ortamlarda uygulanabilir ve yeniden kullanılabilir yapıda olduğunu ifade eder (Clyde, 2004).

Günümüz dünyasında öğrenme nesnelerinin tasarımı ve tasarlanan bu nesneler için uygun e-öğrenme ortamlarının oluşması önem kazanmaktadır. Jaakkola ve Nurmi (2004) tarafından öğrenme nesneleri ve dijital olmayan geleneksel öğretim yöntemlerinin başarıya etkisini karşılaştırma adına deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmanın sonucunda öğrenme nesneleri kullanılarak derslere devam eden öğrencilerin başarılarında anlamlı bir üstünlük görülürken hem öğrenme nesnesi hem de geleneksel öğretim materyallerinin bir arada bulunduğu ders ortamlarındaki öğrencilerinin başarı anlamında sonuçlarının daha verimli olduğu görülmektedir. Araştırmadan elde edilen bu sonuç öğrenme nesnelerinin derslerde kullanılmasından ziyade bu öğrenme nesnelerinin ders planı içerisinde tamamlayıcı rolüne de dikkat çekmektedir.

Öğrenme nesneleri öğrenciler için birden fazla teknolojik donanımı içinde bulunduran bir çoklu öğrenme ortamı oluşturmaktadır. Çoklu ortam materyallerinin, onlarla etkileşim halinde bulunan bireyler için ilgi uyandırıcı ve oldukça dikkat çekici olduğu belirtilmektedir (Jonassen ve Reeves, 1996). Öğrenme materyaline karşı dikkati artan bireylerin içerik ve bu içeriği destekleyen aktivitelere de daha iyi odaklanacağı söylenebilmektedir.

Kay ve Knaack (2008)'ın ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı araştırmada tutum ve performans karşılaştırması neticesinde öğrenme nesnelerinin etkisi yönünde öğretmen ve öğrencilerin olumlu tutum geliştirdikleri belirtilmektedir.

2.3.2 Manipülatifler ve Simülasyonlar

Uluslararası literatür taraması sonucunda İngilizce’de “manipulative” olarak kullanılan bu kavram, materyaller üzerinde yapılan biçimlendirmelerle nesnelerin özelliklerinin değiştirilip başka bir forma dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Karakırık ve Aydın, 2011). Bu tanımlama üzerine eğitsel anlamda manipülatif kelimesinin kullanıldığı ulusal literatürde, “öğrenme nesneleri” (Karakırık ve Aydın, 2011); “somut materyal”, “sanal öğrenme nesnesi” (Pişkin-Tunç, vd., 2012); “öğretim materyali” (Ünlü, 2017) gibi söz öbeklerinin manipülatif kavramı yerine kullanıldığı

görülmektedir. Manipülatiflerle ilgili kullanılan bu ifadeler onların nesne veya materyal olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğretimsel çerçeve üzerinden manipülatif kavramına bakıldığında Moyer ve Jones (2004) tarafından manipülatiflerin soyut matematiksel düşüncelerin somut birer gösterimi olduğu söylenmektedir; McNeil ve Jarvin (2009) ise bu açıklamayı tamamlar niteliğinde manipülatiflerin soyut kavramların kazandırılmasında, öğretime yardımcı olan birer somut materyal olduklarını ifade etmişlerdir. Bu açıklamalardan çıkarılan en temel özelliğin, manipülatiflerin kavramları soyuttan somuta dönüştüren bir öğretim aracı olduğudur. Laski, Jor'dan, Daoust ve Murray (2015), soyuttan somuta geçiş için manipülatiflere yüklenen anlamı netleştirmek adına manipülatiflerin öğretilmeye çalışan kavramın kendisi değil de sadece birer fiziksel bir gösterimi olduğunu belirtmektedir.

Literatür incelemelerinde manipülatif çeşitleri olarak somut, sanal, tarihi-kültürel ve yapay-yapma manipülatifler (Bartolini ve Martignone, 2014), gerçekçi somut materyal ve gerçek dünya materyali (Brown, vd. 2009) gibi sınıflandırmalar görülmektedir. Ancak bu sınıflandırmalar özellikleri itibariyle somut manipülatif ve sanal manipülatif olmak üzere iki genel başlık altında toplanmaktadır (Erdem, 2021).

Fiziksel manipülatifler, soyut olarak karşımıza çıkan matematiksel ifadelerin daha anlaşılır olması ve öğrencilerin zihinlerinde somutlaştırılmasını kolaylaştırmak için kullanılan yardımcı materyallerdir (Moyer, 2001). Sanal manipülatifler ise bu nesnelerin daha avantajlı hale getirilip bilgisayar yazılımları üzerinde yer alan yansımalarıdır (Reimer ve Moyer, 2005). Bu açıklama ile sanal manipülatifleri somut materyallerin birebir kopyası olarak kabul etmek çok yerinde bir tespit olmamaktadır. Çünkü fiziksel ortamda karşılığı olmayan materyaller de bilgisayar ortamında sanal olarak oluşturulabilir (Moyer, vd., 2002).

Manipülatif ile ilgili tüm sınıflandırmaları en genel ifadeyle karşılayan ve ulusal literatürde yer alan diğer bir kavram ise “öğrenme nesneleri” dir. Araştırmacıların öğrenme nesneleri ile ilgili görüşleri çeşitlilik arz etmektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojisindeki gelişimler ve bilgisayarların öğrenme ortamlarına dahil edilmesiyle, fiziksel öğrenme materyallerini sanal ortamlara yansıtıp öğrenme ortamlarını zenginleştirme görüşü de önem kazanmıştır. Bilgisayar ortamında yer alan bu sanal öğretim materyallerine sanal manipülatif adı verilmektedir (Moyer vd., 2002; Reimer ve Moyer, 2005). Sanal manipülatif ne anlama geldiğini ifade etmeden önce ne olmadığını söylemekte yarar vardır. Çünkü bilgisayar yazılımları üzerinde oluşturulmuş her sanal öğretim nesnesi bir sanal manipülatif değildir. Gerçekten sanal manipülatif olarak kabul edilebilecek olan web siteleri öğrencilere etkileşimli deneyimler sunmaktadır (Moyer, vd., 2002).

Literatür taramalarında sanal manipülatifleri farklı yönleriyle ele alan tanımlar bulunmaktadır. Moyer vd. (2002) sanal manipülatifleri, matematiksel kavramları anlamlandırmak için imkanlar sağlayan statik olmayan bir nesnenin etkileşimli ve Web tabanlı görsel temsilleri olarak tanımlamışlardır. Mildenhall, vd. (2008) için sanal manipülatif, farklı dinamik işlemler yoluyla matematiksel soyut bilgilerin oluşturulması ve anlamlandırılmasına kolaylık sağlayan somut manipülatiflerin sanal karşılıkları olarak tanımlanmaktadır. Fitzallen (2008)'e göre sanal manipülatif, matematik kazanımlarının kazandırılmasında kullanılan fiziksel öğretim materyallerinin etkileşimli görsel temsilleridir. Hoffman ve Rosen (2009) çalışmalarında da sanal manipülatifleri, kullanıcıların objeleri bilgisayar ekranında değiştirebildiği, dönüştürebildiği interaktif ve internet tabanlı bilgisayar görüntüleri olarak tanımlamışlardır.

Geliştirilen teknolojik araçlar ve sanal manipülatiflerin kullanım yelpazesindeki genişleme, sanal manipülatif tanımında ve tanımda yer alan kavramlarda güncelleme yapılmasını gerekli ve zorunlu kılmıştır. Bu nedenle çalışmada güncellenen kavramsal boyutları modellerle ele almak ihtiyacı oluşmuş ve tezde sanal manipülatifin doğası gereği içinde modelleme ve gerçek hayata uygun çalışmalar nedeniyle simülasyonların dahil edilmesi düşünülerek manipülatif ve simülasyon kelimelerinin bir arada kullanılması gerçekleştirilmiştir. Çünkü bu durum Moyer-Packenham ve Bolyard, (2016) yeni tanımında “matematiksel bilgiyi yapılandırmak için imkânlar oluşturan, manipüle edilmeye izin veren (elverişli) tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik matematiksel bir nesnenin interaktif, teknoloji uyumlu görsel temsili”

şeklinde genişletilmesinden yola çıkılarak ele alındığında bir modelleme ve bu durumda bir simülasyon ortaya çıkmıştır.

Bilgisayar ortamında yer alan e- içeriklerin sanal manipülatiflerden farkını ortaya koyan en temel özellik kullanıcıların dinamik nesneleri fare, ekran kalem, parmaklar, lazerler veya gelecekte tasarlanacak çeşitli manipülasyon cihazları ile hareket ettirilebilir, değiştirilebilir veya dönüştürülebilir olmasıdır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Bu durum modelleme içermektedir.

Matematik öğretiminde manipülatif ve simülasyon, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına, problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve matematiğin gerçek hayatla ilişkisini anlamalarına yardımcı olabilecek bir yöntemdir. Manipülatif ve Simülasyon, bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Manipülatif ve simülasyon, öğrencilere matematiksel modellemeyi, deney yapmayı, veri toplamayı ve analiz etmeyi, hipotez kurmayı ve test etmeyi, sonuçları yorumlamayı ve raporlamayı öğretir. Manipülatif ve simülasyon, öğrencilerin matematiksel düşünme ve iletişim becerilerini de geliştirir. Manipülatif ve simülasyon matematik öğretimindeki avantajları ve dezavantajları, kullanılan manipülatif ve simülasyon türüne, tasarımına, uygulamasına ve değerlendirilmesine bağlıdır.

Yukarıdaki tanımlar nedeniyle günümüzde sanal manipülatif ve simülasyon kelimesi somut olandan ayrılmakta ve bu nedenle çalışmada bu iki terimin birlikte ele alınarak araştırmaların sürdürülmesi beklenmektedir.

2.3.3 Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımı

Bu çalışmanın temelini oluşturan, geleneksel öğretim yöntemlerinden ziyade teknoloji uyumlu modern öğretim yaklaşımlarının matematik öğretiminde kullanımı ve öğretmenlerin bu yaklaşımlar hakkında zihinsel şema ve görüşleridir.

Matematik öğretiminde manipülatifler, öğrencilere kavramların farklı temsillerini oluşturmada, güçlendirmede ve aralarında bağlantı kurmada destek olan materyaller olarak ifade edilmiştir (Clements, 1999). Matematikte teknoloji ve materyal kullanımının bir araya getirildiği tamamlayıcı öğretim yöntemlerinden biri olan sanal

manipülatifler, matematik öğretimini çeşitlendiren modern yaklaşımlardan biridir. Dinamik nesnelerin görsel temsili olarak ifade edilen sanal manipülatifler matematiksel kavramların ve bu kavramlar arası ilişkilerin görsel temsillerini de oluşturarak öğrencilerin matematikte içgörü geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Temür, 2022).

Sanal manipülatifler, öğrencilerin matematiksel düşünceler ve matematik işlemleri arasında ilişki kurmak için problemlerini ifade edebilecekleri ve çözüm yollarını uygulayabilecekleri interaktif ortamlar oluşturabilmekte ve bu ortamlarda onların kavramlaştırılması adına düşünmelerini sağlayacak fiilleri hakkında anında dönüt oluşturmaktadır (Temür, 2022).

Sowell (1989) manipülatiflerin etkinliğinin artırılması için derslerde ve sınıf seviyelerinde kullanımının süreklilik arz etmesi gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca düzenli manipülatif kullanımı öğrencilerin davranışları ve ifade ettikleri anlamlar arasındaki mesafenin azalmasına olanak sağlamakta, bununla birlikte yalnızca hesap yapmayı değil, anlamlı bilgiler oluşturmayı da geliştirdiği vurgulanmaktadır. Yapılandırmacı eğitim anlayışının temelini oluşturan yaparak-yaşayarak öğrenme, matematiğin doğasını keşfetmeye de olanak sağlamaktadır. Matematiksel kavramları içselleştirmek ve onların işe yararlılığını fark etmek matematiksel deneyimler oluşturmaktan geçmektedir.

Belloino'nun (2001) ifade ettiği gibi, deneyimleyerek yapılan eğitimde öğrencilerin sürece aktif katılımı sağlanarak öğrenmeleri geliştirilmektedir. Bundan dolayı sanal manipülatif kullanımı, öğrencilerin soyut matematik kavramlarla deneyim oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Bir Çin Atasözünde belirtilen "Duyuyorum ve unutuyorum. Görüyorum ve hatırlıyorum. Yapıyorum ve anlıyorum" ifadeleri deneyimsel öğrenmenin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Sanal manipülatifler, öğretim ortamlarını zenginleştirerek öğretimin niteliğini artıracak avantajlar sunmaktadır. Bundan dolayı öğretmen ve öğrencilerin matematik öğrenme sürecinde sanal manipülatiflere yer vermesi önerilmektedir. NCTM (2000) de matematik eğitimi alanında yayınladığı İlke ve Standartlarında matematiksel

kavramların zihinsel şemalarının yapılandırılmasında tamamlayıcı özelliğe sahip somut (fiziksel) ve sanal (teknoloji uyumlu) manipülatiflerin kullanılmasının önemini vurgulamaktadır.

Matematiğin içselleştirilerek bir sanat gibi öğrenilmesi gerektiğini ifade eden ve matematik öğrenmeyi çalışmalarının merkezine koyan Dienes, öğrenme sürecinde aktif katılımı önceleyen eğitim teorisyenlerindendir. Dienes'in matematik öğrenmeye yönelik geliştirdiği kuramının 4 ana bileşeni vardır (Olkun ve Toluk, 2004: 9–13). Dinamiklik ilkesi, Algısal-Görsel Değişkenlik ilkesi, Matematiksel Değişkenlik ilkesi, İnşa Edicilik (Yapılandırıcılık) ilkesi.

Dienes, ortaya koyduğu ilkelerle matematik öğretiminde çevre ile bağlantılı bir süreci önelemiştir. Matematiğin izlenerek öğrenilemeyeceğini öğrencilerin zihinsel olarak katılımının yanında yaparak yaşayarakta katılması gerektiğini vurgulamaktadır (Olkun ve Toluk, 2004: 9–13). Dienes'in bu dört ilkeyle matematik öğretimine getirdiği bakış açısı sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı ile desteklenmektedir. Özellikle Algısal-Görsel Değişkenlik ve Matematiksel Değişkenlik ilkelerinin gerektirdiği özellikler sanal manipülatif ve simülasyonlarla sağlanabilir.

Algısal-Görsel Değişkenlik İlkesine göre kavramsal öğrenmeyi en üst seviyeye çıkarmak için çeşitli somut ortamların ve düzenlemelerin kullanılması gerekmektedir (Dienes, 1971). Her çocuğun dünyayı ve kavramları algılayış biçimleri farklıyken, bu kavramların öğretiminde tek bir model veya materyalin kullanılması öğretim için yeterli olmamaktadır (Dienes, 1971). Bu nedenle öğrencilerin aktif katılımı ve etkili öğretimi için kavramın sadece bir temsilini kullanmak yerine çeşitli modellerin kullanımı için manipülatif ve simülasyonların kullanımı önerilebilir.

Matematiksel Değişkenlik ilkesine göre matematiksel kavramların soyutlanmasında, kavramla ilgisiz değişkenlerin sürekli değiştirilip kavramın özelliğini ortaya çıkaracak değişkenleri sabit tutmayı ifade eder (Olkun ve Toluk, 2004: 9–13). Örneğin cebirsel ifade bilinmeyen içeren terimlerin, değişkenleri, kat sayıları ve sabit terimi değiştirilmeden bırakılırken x ve y gibi değişkenlere farklı değerler verilmesi

sonucunda cebirsel ifade kavramının genelleştirilmesi sanal manipülatif ve simülasyonlarla sağlanabilir.

Teknoloji ile desteklenen sanal manipülatif ve simülasyonlar temel kavramların ve kabiliyetlerin yerini almak için değil, bu kavram ve yetenekleri temsil becerileri geliştirilerek sağlanabilir.

Teknolojinin varlığı sanal manipülatif (NCTM, 2000) ve simülasyonlar aracılığıyla matematik kavramlarının öğretilmesinde çok yönlülük, yeniden inceleme ve tekrar edilebilirlik özelliklerinin kullanımını mümkün kılabilir. Ancak tüm bu özelliklerin matematik öğretimine yansıtılabilmesi için matematik öğretim programlarının ve dolayısıyla ders planlarının teknoloji ve sanal materyallerle zenginleştirilmesi gerekmektedir. Böylece sanal manipülatif ve simülasyonların hem ders içi hem ders dışı ve tersyüz edilmiş sınıf modelleri ile birlikte düşünülmesi gerekir.

2.3.4 Sanal Manipülatif ve Simülasyonların Avantajları ve Sınırlılıkları

Sınıf ortamında gerçekleştirilen etkinliklerde sanal manipülatiflerin kullanılmasını gerektiren birçok sebep bulunmaktadır. Bunların en başında öğretimi çeşitlendirmesi ve somutlaştırmayı kolaylaştırması gelmektedir. Bununla birlikte Moyer vd. (2002) sanal manipülatif kullanımının öğretime sunduğu katkıları aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

- Sanal manipülatiflerin değiştirilebilir olma özelliği sayesinde öğrencilerin kendi gerçekleştirmiş olduğu işlemlerin geri dönütlerini alarak anlam oluşturmalarını ve kavramlar arası bağlantı kurmalarını sağlar.
- Öğrenciler tercih ettikleri sanal manipülatiflerin kullanım özelliklerine kolayca ulaşip nasıl kullanacakları hakkında bilgi sahibi olabilirler ayrıca manipülatifleri farklı şekillerde kullanım esnekliğine de sahip olurlar.
- World Wide Web'deki farklı kaynaklara erişim fırsatı sunmaktadır.

- Öğrenciler tarafından yapılan değişiklikleri kaydedip daha sonra yeniden ulaşabilmek için saklayabilir.
- Ücretsiz erişim imkanı sayesinde zaman, mekan ve maliyet sınırlamasını ortadan kaldırarak öğretmen ve öğrencilerin kullanımını sürekli hale getirebilir.
- Öğretmenler tarafından sınıf ortamında kullanılan somut materyaller öğrencilerin evde tekrar kullanımına fırsat vermemektedir. Sanal manipülatifler öğrencilerin evde çalışmalarına olanak sağlayarak bu sınırlılığı ortadan kaldırabilmektedir. Ayrıca öğretmenler için bir ödevlendirme kaynağı oluşturmaktadır.
- Sınırlı sayıda somut materyallerin bulunması ve bu materyallerin tekrar tekrar kullanıma elverişli olmamasının yanında sanal manipülatifler öğrenciler tarafından fare ve dokunma yoluyla bozulma endişesi gütmekten uzun süreli kullanıma imkan tanımaktadır.
- Üst sınıf kademelerinde taban blokları, cebir karoları ve sayma pulları gibi somut materyaller öğrenciler için basit ve küçük yaş gruplarına hitap eden materyaller olarak algılanabilir ve bu da materyallere karşı ilgisiz olmalarına neden olabilir. Ancak bu somut manipülatiflerin bilgisayar ortamındaki yansımaları onlar için daha karmaşık ve ciddiye alınması gereken manipülatifler olarak algılanmasına yol açabilir.

Matematik öğretiminde kullanılan manipülatif ve simülasyonların etkili öğretim için faydalarının yanında bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır.

- Bilgisayar programları şeklinde tasarlanan sanal manipülatifler öğrencileri ekran karşısında pasif konuma getirebilmektedir (Karakırık, 2008; Akt. Uzundağ, 2016)
- Matematiksel kavramların temsilleri ile sanal manipülatifler arasında bağlantının kurulması ve kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır (Temel Doğan, 2017).

- Öğretmenlerin teknoloji okuryazarlığının ve teknolojiyi derse entegre etme düzeyinin yeterli seviyede olmaması (Karakırık, 2008; Akt. Uzundağ,2016).

2.3.5 Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımında Öğretmen Yeterlilikleri

Teknolojinin eğitim öğretim sürecine dahil olmasıyla birlikte öğretmenlerin ders içindeki görev ve sorumluluklarında değişiklikler görülmektedir. Sanayi ve teknoloji toplumlarında öğretmen bilgiyi aktaran değil, bilgiye ulaşmada ve kullanmada öğrencilere rehberlik etme konumundadır. Rollerin yeniden oluşturulduğu bu toplumlarda öğretmen artık üreten, tasarlayan ve teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturan konumunda olmak zorundadır (Çetin, 2019). NCTM'ye göre öğretmenin görevi yalnızca öğrenme ortamlarına gerekli donanım ve yazılımları getirerek teknolojiyi kullanmak değil öğrencilerin sahip olduğu bireysel farklılıklara ve farklı zeka alanlarına hitap edecek teknoloji destekli öğretim yöntem ve tekniklerini kullanarak öğrencilerin etkili ve kalıcı öğrenmelerini sağlayacak, kolaylaştıracak öğrenme ortamları oluşturmaktır.

Öğrencilerin sanal manipülatif ve simülasyonlarla zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında daha aktif ve etkili öğretim gerçekleştirebilmeleri için öğretmenlerin rehberliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı ile ilgili dikkat etmeleri gereken noktalar bulunmaktadır. Bunlar şöyledir;

1. Kazandırılacak kazanıma uygun sanal manipülatif ve simülasyon tercih edilmelidir.
2. Yapılacak olan etkinlikleri ve öğrencilerin kazanması beklenen davranışlara destek olacak manipülatif belirlenmeden önce ulaşılması istenen amaçlar net olarak ortaya koyulmalıdır.
3. Öğrenme ortamı sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına uygun olacak şekilde organize edilmelidir.
4. Belirlenen manipülatifler ders öncesinde öğrencilere kullanılmalıdır. Serbest oynama neticesinde bazı temel kavramlar kazanılabilmektedir. Bu aşamada

öğrencilerden dersin hedeflerini keşfetmeleri beklenmez, bu ancak derse özgü olarak hazırlanmış ders planlarının uygulanması ile olacaktır.

5. Ders planlarının oluşturulmasında ve kullanılacak olan sanal manipülatifin seçilmesinde öğrenciler arasındaki farklılıklar dikkate alınmalıdır. Öğrencilerin farklı öğrenme türlerine sahip olduğu ve sayısal bağlantıların öğretiminde çeşitli manipülatiflerin kullanımının faydalı olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle bir öğrenci için etkili olan sanal manipülatif ve simülasyon başka bir öğrenci için etkili olmayabilir. Ayrıca manipülatif ile anlatılan temel kavramın soyutlama sürecinin süresi her öğrenci için farklı olabilir.

6. Dersin sonunda öğrenciler, öğrendikleri kazanım hakkında konuşturulmalı ve yazdırılmalıdır. Her öğrenciye ders sürecinde keşfettiklerini kendi sözcükleri ile anlatmalarına fırsat verilmeli ve konu ile ilgili sorular sorması sağlanmalıdır. Öğrencilerin gerçekleştirdikleri eylem hakkında konuşmaları düşüncelerini netleştirmeye, mükemmelleştirmeye ve organize etmeye imkan vermektedir. Ayrıca, öğretmenler için bir geri dönüt oluşturmaktadır.

7. Öğrencilerin kullandıkları sanal manipülatiflerden kağıt-kaleme geçmeleri sağlanmalıdır. Manipülatif kullanarak öğrendiği matematiksel kavramı kağıt üzerinde göstermesi önem arz etmektedir (Uzundağ, 2016).

2.3.6 Sanal Manipülatif ve Simülasyon Örneği

Bu başlık altında araştırmamızın konusunu oluşturan sanal manipülatif ve simülasyon örnekleri ele alınmıştır. Örnek olarak sunulan sanal manipülatif ve simülasyon, çalışmanın anketi içinde yer alan web siteleri içerisinde seçilmiştir.

Öğretim programında

M.8.2.1. Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler başlığı altındaki kazanımlardan birisi

M.8.2.1.3. Özdeşlikleri modellerle açıklar.

a. $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$ ve $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$ özdeşlikleriyle sınırlı kalınır.

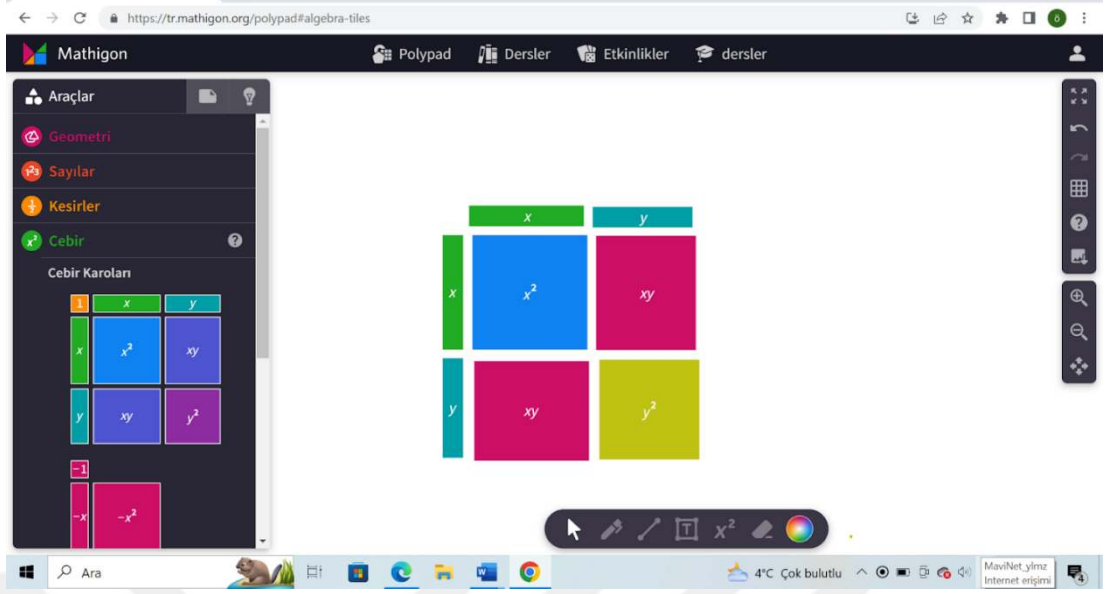
b. Özdeşliklerdeki katsayılar tam sayılardan seçilir.

Denklem ve özdeşlik arasındaki farkı anlamak amacıyla da bu etkinliğin önemi açıktır. Cebirsel düşünme, aritmetiği genellemek, algoritma ve özelliklerde var olan ve doğru olan örüntüleri fark etmek ve ifadelerin denk olup olmadığı hakkında niceliksel akıl yürütme için kullanılır. Cebir, öğrencilere matematiğin her alanını ve gerçek hayattaki durumları anlamlandırmak için yararlı bir araç olduğunu fark edecekleri şekilde sunulmalıdır. Bunu yaparken geometriden yararlanmak anlayışı geliştirmede asırlardır kullanılan bir yoldur.

Araştırmacılar, her biri genelleme ve simgeleme temel kavramlarını besleyen üç cebirsel muhakeme türü önermektedir (Blanton, 2008; Kaput, 2008). 1. Sayı sistemindeki yapıların, aritmetik sayesinde ortaya çıkanlar da dahil olmak üzere incelenmesi. (Sayı ve Cebiri İlişkilendirme ve İşlem Özellikleri) 2. Örüntüler, ilişkiler ve fonksiyonların incelenmesi (Örüntü ve Fonksiyonlar). 3. Matematiksel modelleme süreçleri (Matematiksel Modelleme ve Sembollerin Anlamlı Kullanımı).

2.3.6.1 Sanal manipülatif örneği

Mathigon sitesine giriş yapıldıktan sonra önümüze çalışmaların sergileneceği beyaz bir ekran çıkmaktadır. Ekranda polypad seçilip tıklanınca (Polypad – Virtual Manipulatives (mathigon.org)) sol tarafta öğrenme alanları ve bazı çalışmalar görülecektir. Buradan cebir öğrenme alanı seçildiğinde cebir karoları ekranda görülecektir (Bkz. 2.9).



Şekil 2.8 Mathigon sitesi öğrenme alanı seçme sayfası

Cebir Karoları manipülatifi ile özdeşliklerin modellenmesi yapılabilmektedir. Örneğin Şekil 2.10’da gösterildiği gibi iki terimin toplamının karesi bir karenin alanından yararlanılarak cebir karolarıyla oluşturulmuştur. Böylece $(x + y)^2$ ifadesinin özdeşi $x^2 + 2xy + y^2$ şeklinde olduğu gösterilmiştir.

Burada değerli olan süreç becerilerinden temsilde cebirsel gösterimin değeri ön plana çıkarmada öğretmenin rehberliği ve desteği gereklidir. Etkileşimli tahta ile birlikte öğrencinin çalışma kâğıdı ve bu kâğıda öğretmenin rehberliği ile not alma gerçekleştirilir. Sağ tarafta beyaz tahtanın kullanılması veya öğrencilerin 40 a 40 beyaz kişisel tahtalarının kullanılması tavsiye edilir. Ön düzenleyici olarak bir bilinmeyen kuvvetinin hatırlatılması kullanılmalıdır.

Cebirin öğrenilmesinde geometri ile ilişkilendirme ile başlayan süreç cebirsel ifadeye ilerler. Bu nedenle manipültif ve simülasyon birlikte kullanılarak öğrencinin 8. Sınıftaki becerisi 12. Sınıfa geldiğinde ikinci dereceden denklemlerde “kareye tamamlama” kazanımına ilerleyecektir. O nedenle bir manipültife ve simülasyona baktığımızda dersinde yatan kavramsal bağlantıları bir öğretmen olarak alan bilgisinden uygulamaya aktarma becerisi gerekmektedir. Çünkü devamında Kaput’un (2008) önerdiği sayı sistemindeki yapıların, aritmetik sayesinde ortaya çıkanlar da dahil olmak üzere incelenmesi. (Sayı ve Cebiri İlişkilendirme ve İşlem Özellikleri) gerekmektedir.

2.3.6.2 Simülasyon örneği

Dijital ortamdaki simülasyonlar çoğunlukla dinamik yapıda veya animasyon şeklindedir; bu nedenle simülasyonlar içinde yer alan görseller, hareketli resimler veya grafik temsilleri zaman veya ortamdaki değişimleri yansıtır; ancak bu dijital nesnelerdeki değiştirilebilir manipüle etme özelliği simülasyonları animasyonlardan farklılaştırır (Boyle vd. 2014). Atabas, vd., (2020), "etkileşimli simülasyonlar, bir olguyu, sistemi veya ilişkiyi simüle etmek için temel özellikleri, davranışları veya işlevleri ve bu değişkenler arasındaki etkileşimleri temsil etmek için dinamik görselleştirmeler kullanır" şeklinde ifade etmişlerdir. Bu dinamik nesneler, öğrencilerin etkileşimleri değiştirip dönüştürmesine imkan tanır ve gerçek dünyada gözlemlenmesi zor durumları, bunlar arasındaki ilişkileri görme fırsatı sunar. Eğitimde kullanılan simülasyonlar öğrencilerin çoklu temsilleri kullanmasını sağlayarak problem çözme, zihinsel şemalar oluşturma, bilgi yapılandırma ve sorgulama becerilerini geliştirir. Tüm bunların ışığında örnek olarak sunulan önemli simülasyon sitelerinden Phet, kullanıcılarına animasyondan farklı dinamik ve etkileşimli içerikler sunmaktadır.

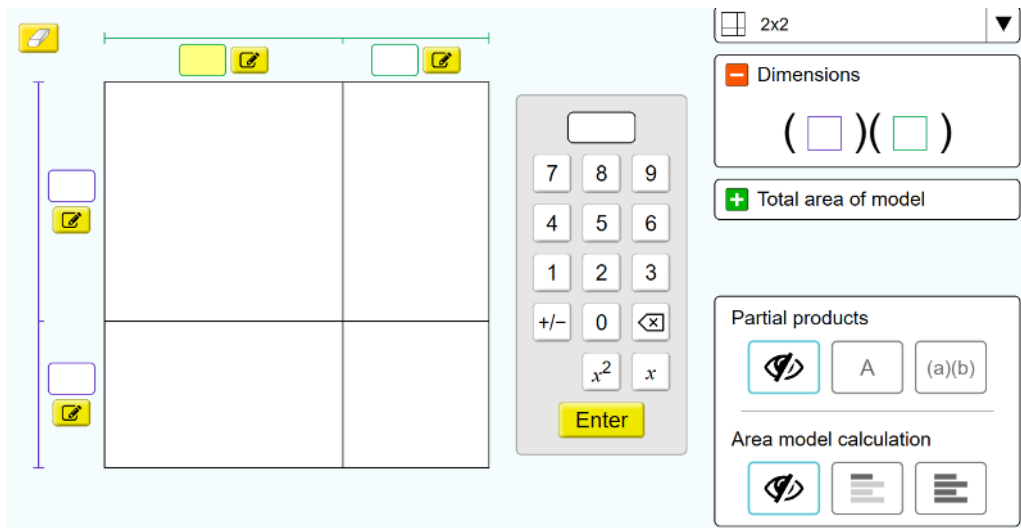
Öğrencilerin matematiksel gelişiminin temellenmesi için önemli bir yere sahip olan öğrenme alanlarından biri de cebir öğretimidir. Cebir öğretimi öğrencilerin soyut düşünme ve mantıksal akıl yürütme becerilerinin gelişimi için ışık tutmaktadır (Stacey ve MacGregor, 2000). Matematik alanındaki yeni gelişmeler, düşünce ve düşünce ilişkileri içeren problemleri gündeme taşımaktadır. Bu da cebire bakış açısında farklılıklara sebep olmuş ve cebiri bir problem çözmede kullanılan bir araca dönüştürmüştür. Günlük hayat problemlerinin değişkenlerini ve farklı çözüm yollarını cebir ile ifade edilebilmektedir (Temür, 2022).

Cebir ve cebir öğretimi, matematik konuları içerisinde ön koşul oluşturduğu birçok kazanıma sahiptir. Cebir öğretimi yaklaşımları incelendiğinde Kaput (1999) tarafından cebirin beş ana başlıktan oluştuğu ifade edilmiştir. Bunlar; i) genelleme ve formülleştirme, ii) belirli kuralları olan bir sistem, iii) yapısal çalışma alanı, iv) cebirsel işlemler ve v) modelleme dili. NCTM (1997) ise cebiri dört alana ayırmıştır: i) fonksiyon ve ilişki, ii) modelleme, iii) yapı iv) dil ve temsil.

İfade edilen çalışmalarda cebir için ortak bir başlık “modelleme” olarak karşımıza çıkmaktadır. The Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM) standartları, matematiksel kavramları modelleme, uygun araçları stratejik olarak kullanma ve yapıyı oluşturup kullanma becerisi gibi yeterlilik ve kavramsal algılayışı ön plana çıkarmaktadır (CCSSM, 2010) https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Common_Core_State_Standards/Math_Standards.pdf. Simülasyonlar, cebirin modelleme ve temsil kısmını öğrencilerin etkileşimi ile bilgisayar ortamına taşımaktadır

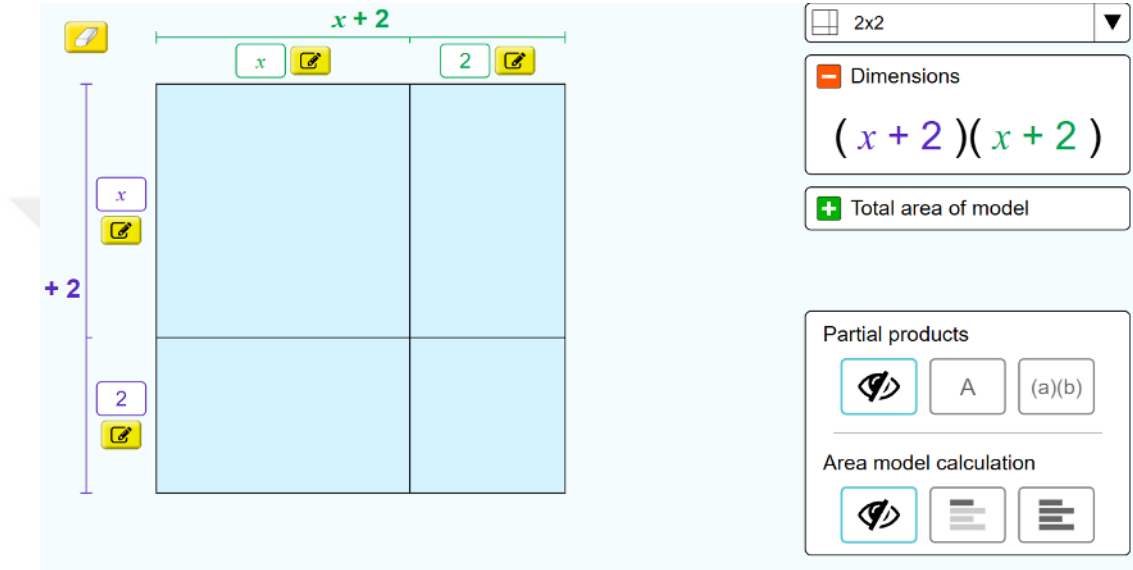
Phet sitesine (PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations (colorado.edu)) giriş yapıldığında Fizik, Kimya, Matematik, Yer Bilimi ve Biyoloji derslerinin seçiminin yapılabileceği bir ana sayfa görünmektedir. Bu derslere ait simülasyonlar derslerin yazılı olduğu sekmeler içerisinde yer almaktadır.

Matematik dersinin seçimi yapıldıktan sonra ekranın sol tarafında matematik kavramları ve matematik uygulamaları olarak iki bölüm görülmektedir. Ayrıca kullanılacak olan matematiksel göreve uygun olan simülasyonun seçimini kolaylaştırmak adına sınıf seviyesi seçimi de yapılabilmektedir. Matematik uygulamaları ve ortaokul seviyesine ait olan simülasyonlar içerisinde “Alan Cebiri Modeli” seçilmiştir (Area Model Algebra (colorado.edu)). Burada ekranın altında olan **explore, generic, variables, game** seçenekleri simülasyondaki en değerli olanaklardır. 8. Sınıf için variables seçilmelidir (Bkz. 2.12).



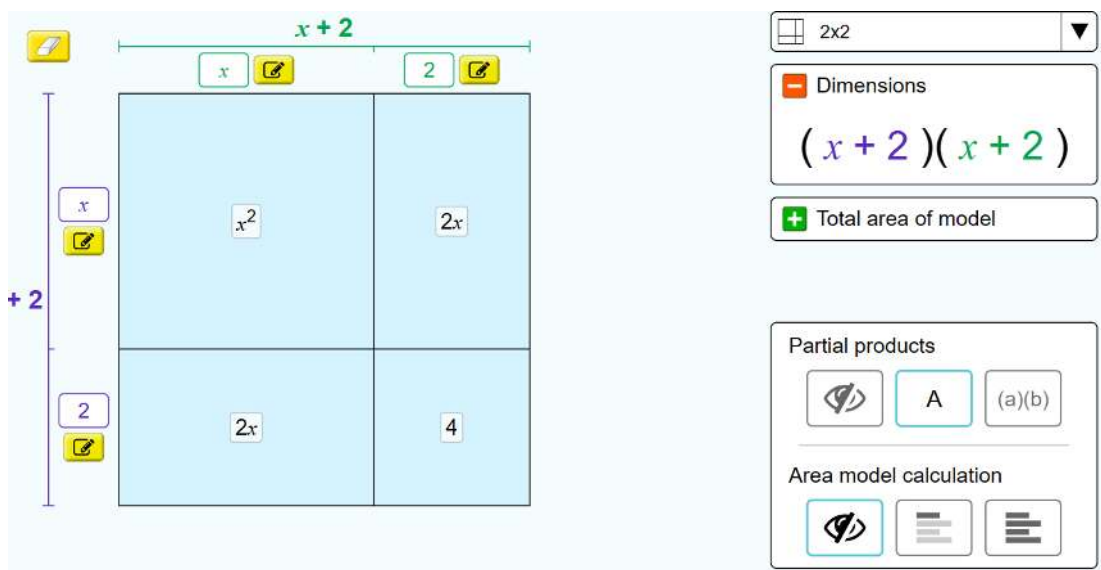
Şekil 2.9 Phet sitesi Alan Cebiri Modeli

Simülasyon üzerinde iki terimin toplamının karesi özdeşliği geometri ile ilişkilendirilerek ve değişkenleri belirleyerek seçiminize açıktır. Burada da hem Harezmi’den bahsedebilirsiniz “kareye tamamlama” özelliğinin onun buluşu olduğunu söyleyebilirsiniz. Simülasyon üzerinde yer alan tüm değişkenler kullanıcılar tarafından değiştirilebilir veya düzenlenebilir. Böylece öğrenciler bir kazanıma yönelik birçok alıştırmayı yapabilir.



Şekil 2.10 Partial Products seçme ekranında açılan sayfa

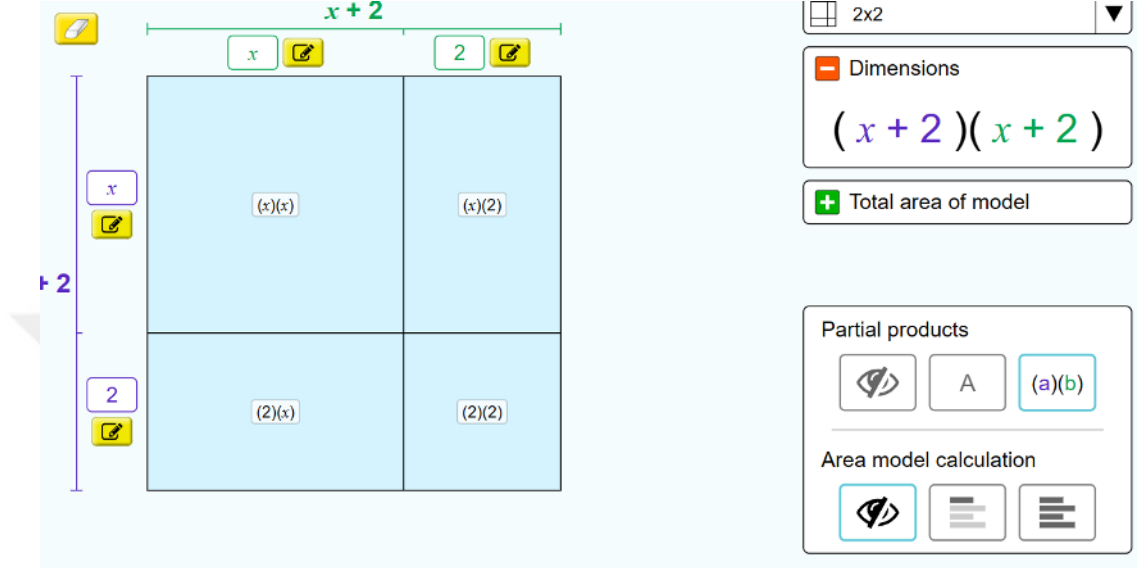
Partial products’a tıkladığımızda



Şekil 2.11 Alan modelinde oluşan cebirsel ifade

Cebirsel ifade karşınıza çıkacaktır (Bkz. Şekil 2.11).

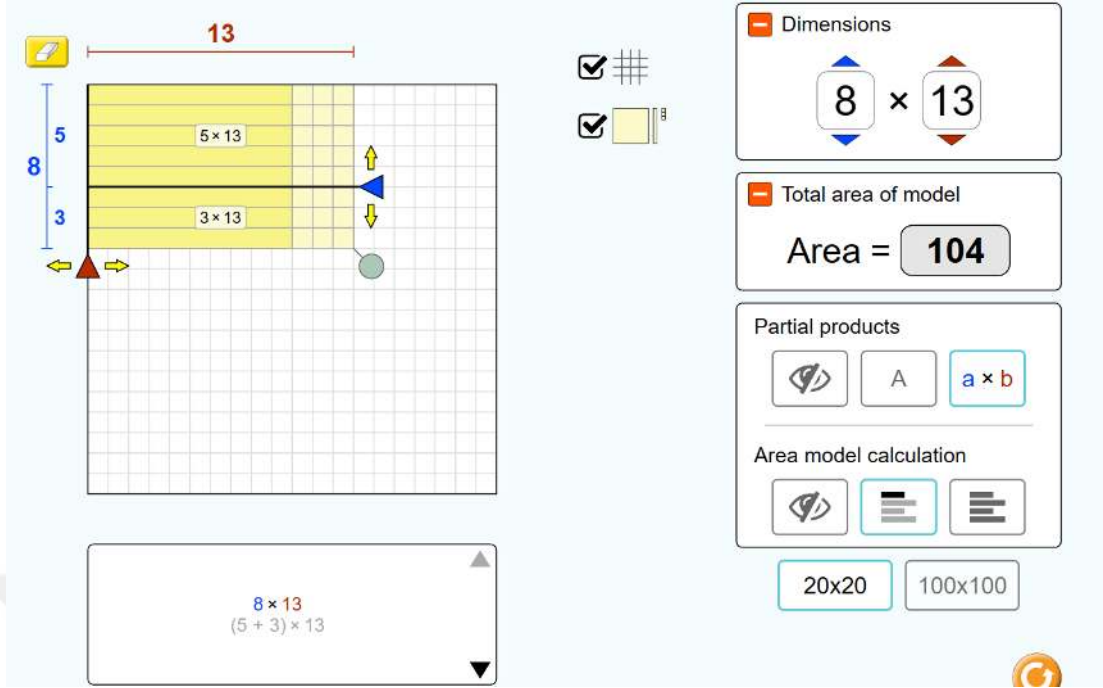
Cebirsel gösterimin açık biçimde ortaya konduğu yapıyı (a)(b) seçeneği ile bulma imkanına sahipsiniz.



Şekil 2.12 Alan modelinde oluşan cebirsel ifadelerin çarpım durumunda gösterimi

Bu nedenle simülasyon yapının adım adım nasıl çıkartıldığı yani bilgi hesaplamalı düşünmede nasıl kullanıldığını göstermesi açısından kayda değerdir (Bkz. Şekil 2.12).

Simülasyonda ortaya çıkan en önemli durum kazanımda ifade edildiği üzere tamsayıların bu yapıda bilinmeyen olarak nasıl devreye girdiği ve hesaplamaların nasıl olduğunu göstermesidir. Bu aşamadan sonra Kaput'un (2008) önerdiği işlemsel beceri seçeneklerden **explore** ile keşfedilecektir.



Şekil 2.13 Alan Cebiri modelinde explore seçme ekranında açılan sayfa

Ayrıca bu yapıda işlemsel beceri açısından zihinden çarpma ile ilişkili olarak bu yapı üzerinden bir ilerleme gerçekleştirilebilir (Bkz. Şekil 2.13). 3. Sınıftan 8. Sınıfa kadar işlemsel akıcılıkta çarpma ile ilgili olarak bu durum kullanılabilir.

Dijital araçlar üzerinde değişiklikler yapabilmesi öğretime daha fazla duyu organı ile dahil olmasını gerektirir. Öğretmen ve öğrencilerin öğretimdeki görevlerinin iyi belirlenmesi ve günümüz şartlarına göre güncellenmesi ilkesine göre öğretmen, öğretimi farklı öğretim kaynakları ile zenginleştirmelidir. Phet sitesi içerisinde yer alan bu simülasyonlar öğretim teknoloji ile zenginleşmesini sağlarken aynı zamanda öğrencinin ve öğretmenin araçla etkileşimini artırır.

Matematik kazanımlarına uygun olarak belirlenen simülasyonların altında simülasyonun kullanımı için öğretmene kılavuzluk edecek belgeler ve videolar yer almaktadır. Ayrıca simülasyonun hangi konu ve öğrenme hedeflerine yönelik olarak hazırlandığı belirtilmiştir. Birçok dil seçeneği ile uluslararası erişim ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Simülasyonun kullanıldığı örnek ders planları öğretmenlerin simülasyonları derslere planlı bir şekilde entegre edebilmesini sağlamaktadır.

2.3.6.3 Yerli sanal manipülatif ve simülasyon siteleri

<https://matematik.eba.gov.tr/>: Milli Eğitim Bakanlığı tarafından, okul öncesinden üniversiteye kadar tüm kademelerde matematik beceri ve yeterliklerini artırmak; öğrencilerimizin eğlenerek, oynayarak öğrenmelerini sağlamak; tüm kademelerdeki öğretmenlerimizin matematik alanında mesleki gelişimlerini desteklemek amacıyla Matematik Seferberliği başlatıldı. Bu kapsamda Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğüne geliştirilen içerisinde simülasyonların, eğitsel oyunların, sanal manipülatiflerin, matematik ve hayat bağlantılarının yer aldığı öğrenme nesnesi ambarıdır. Matematik konularının ilgi çekici hale getirilmesinde ve çevremizde yer alan nesnelerdeki matematiğin öğrencilere kavratılmasında önemli yer tutmaktadır.

<https://www.eba.gov.tr/> : Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan teknolojik araçları kullanarak eğitim- öğretim sürecine materyal desteği sağlayan ve içerisinde sınıf seviyelerine uygun, incelenerek doğruluğu tespit edilmiş güvenli e- içeriklerin yer aldığı bir platformdur (Dursun, vd., 2015). Okul öncesi dönemden 12.sınıfa kadar tüm derslerde etkileşimli içerik, ders videosu ve çalışma soruları yer almaktadır. Örneğin, 6.sınıf konuları içerisinde yer alan “asal sayılar” konusunda Eratosten Kalburunu oluşturup 100’e kadar olan asal sayıları belirlemeyi sağlayan sanal manipülatif yer alır. Matematik tarihinin öğrenciler tarafından öğrenilmesi önemli şahsiyetlerin kazanımlarla ilişkilendirilmesi derse karşı olan ilgiyi arttıracaktır.

<https://tegmmateryal.eba.gov.tr/>: Milli Eğitim Bakanlığı, Temel Eğitim Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış manipülatif sitesidir. Okul Öncesi, İlkokul ve Ortaokul olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Sınıf seviyelerine göre tüm derslerin yer aldığı site içerisinde çalışma kitapları, interaktif uygulamalar ve simülasyonlar bulunmaktadır. Matematik konuları içerisinde kesirler, tam sayılar, ondalık sayılar, yüzdelere, dört işlem becerisi gibi konuların etkileşimli içerikler ile desteklemektedir. Örneğin, 3.sınıf matematik kazanımları içerisinde yer alan paralarımız konusunda hazırlanan etkileşimli içerikte öğrencilerin yapılan alışveriş sonucunda ödenecek tutarı belirlemeleri beklenmiştir. Ön hatırlatıcı olarak öğrencilere paraların tanıtılması yararlı olacaktır. Bu etkileşimli içerikle matematiğin gerçek yaşamdaki rolü öğretmen tarafından öğrencilere anlatılmalıdır.

<https://www.mustafakabul.com/>: Sınıf öğretmeni Mustafa Kabul tarafından ilkokullara yönelik hazırlanmış bir materyal sitesidir. Site içerisinde çalışma kağıtları, ders videoları, eğitsel dijital oyunlar, simülasyonlar ve etkinlik kağıtları yer almaktadır. Örneğin, ilkokul düzeyinde açı ölçer kullanımı ile ilgili yer alan simülasyon kullanılarak farklı derecelere sahip açıları ölçülebilmektedir. Açılar uzamsal düşünmenin temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin açı kavramını, üçgen, çokgen, eğriler, karmaşık sayılar, trigonometri gibi birçok alan ile bağlantılı olduğunu bilmesi ve bu bağlantıları sınıf seviyesine uygun olarak öğrencilere hissettirmesi önem arz etmektedir.

<https://www.dersoyunlari.com/>: İlkokullara yönelik olarak hazırlanmış tüm derslerin kazanımlarını içeren etkileşimli içerikler, eğitsel oyunlar ve pdf materyaller yer almaktadır. Örneğin, ilkokul seviyesindeki öğrencilerin işlem becerisi ve işlem operatörlerini tanımaya yönelik bilgisini geliştirmek üzere hazırlanmış “dört işlem ustası” adlı oyun ile matematiği eğlenceli hale getirmek amaçlanmıştır. 10-13 yaş arası çocukların matematik becerisini geliştirmek için eğitsel oyunların kullanımı onların ilgi ve dikkatini çekmek açısından önemlidir. Dört işlem becerisine yönelik oyunların ilkokuldan itibaren derslerde kullanılması öğrencilerin tahmin ve zihinden işlem becerisini geliştirebilmektedir. Öğretmenlerin bu noktada eğitsel oyunlardan yararlanırken zihinden işlem yapma stratejilerini öğrencilerin dikkatine sunması yararlı olacaktır.

<https://www.morpakampus.com/anasayfa>: Morpa, FATİH Projesi’nin içerik üreticisi olan firmalardan biridir. Proje kapsamında tabletlerde kullanılmak üzere Z-kitaplar, eğitim uygulamaları ve yazılımlar hazırlamıştır. Morpa, FATİH Projesi kapsamında YEĞİTEK ile yaptığı protokolle MEB’e bağlı okullarda öğretmenlerin Morpa Kampüs’ten yararlanmasını sağlamıştır. İçerisinde interaktif çalışmalarında yer aldığı online yazılım uygulamasıdır. 1.sınıf seviyesinden 8.sınıfa kadar kazanımlara ait içerikleri barındırır.

<https://dersekranda.com/>: İlkokul öğrencilerine yönelik hazırlanmış olan bu sitede etkileşimli içerikler ve pdf formatında belgeler yer almaktadır. Ders kapsamında ilk okuma yazma, matematik ve İngilizce içeriklerinden oluşmaktadır. Sitede yer alan

içerikler videolar ile desteklenmiştir. Hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin kullanımına uygun olarak hazırlanmıştır. Örneğin, 4.sınıf matematik kazanımları içerisinde yer alan kesirler konusuna yönelik olarak hazırlanmış kesirlere ait modellerin eşleştirilmesini içeren eğitsel oyun bulunmaktadır. Kesir öğretiminin başlangıcında parça-bütün ilişkisinin öğrencilere hissettirilmesi ve bunun için alan, uzunluk gibi modellerin kullanılması kesir kavramının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

2.3.6.4 Yabancı sanal manipülatif ve simülasyon siteleri

<https://www.funbrain.com/>: 1997'den beri ABD ve Kanada'daki eğitim kurumlarında sıkça kullanılan ve okulöncesinden 8.sınıfa kadar olan öğrencilere hitap eden bir internet topluluğudur. Okuma, matematik, problem çözme ve okur-yazarlık becerilerini geliştirmeye yönelik etkileşimli materyaller, eğitsel oyunlar, görsel ve basılı materyaller sunan bir öğrenme nesnesi ambarıdır. Öğrencilere, öğretmenlere ve ebeveynlere göre hazırlanmış kolay erişim tasarımına sahiptir. Örneğin, 1.sınıf öğrencilerine sayı doğrusu kavramını ve sayı doğrusu üzerinde nokta belirlemeyi gerektiren “kek canavarı” oyunu yer almaktadır. Sayı doğrusu matematik öğretiminin başlangıcından beri büyük-küçük kavramlarının geliştirilmesinde, zihinsel aritmetik ve problem çözme stratejilerinde yararlanılan bir araçtır. Öğrencilerin boş sayı doğrusunu sadece matematik işlemleri için değil günlük hayat problemlerinin çözümünde faydalanabileceği bir araç olarak kullanabilmesi ve bunları öğrenme ortamlarına taşıyabilmesi konusunda öğretmenin rehberliği önemlidir.

<http://www.shodor.org/interactivate/>: Shodor, 1994 yılında Durham, NC'de kurulan hesaplama bilimi (bilimsel, etkileşimli bilgi işlem) ile ilgili etkileşimli modeller, simülasyonlar ve eğitim araçlarının teknolojinin etkin kullanımı ile matematik ve fen eğitimin geliştirmeye yönelik hizmet veren kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. Ulusal ve uluslararası alanda öğrencilere ve eğitimcilere matematik ve fen eğitiminde internet tabanlı bilgisayar kullanımı konusunda öncülük etmektedir. Shodor tarafından geliştirilen Interactive portalı, internet ve ağ teknolojilerini matematik ve fen eğitimine yansıtmayı amaçlamaktadır. Bu platformlar aracılığıyla veri temsillerinin bir bilgisayar ekranında gerçek zamanlı olarak manipüle edilmesi matematiksel

kavramların somut ve anlamlı bir şekilde öğrenilmesine katkı sunmaktadır. Etkileşimli öğrenme ortamları oluşturan Interactive, 2007 yılında Education World tarafından hem içerik hem de site tasarımı açısından A+ derecesi ile ödüllendirilmiştir. Matematik içerikleri öğrencilerin dönüştürmesine izin veren fonksiyon grafikleri, kümeler, denklem vb. konularından oluşmaktadır. Örneğin, geometri kazanımları içerisinde yer alan çember denklemi ve verilen denkleme uygun çember çizimlerinin gerçekleştirildiği simülasyonlar yer almaktadır. $(x - h)^2 + (x - k)^2 = r^2$ şeklindeki denklemde değişkenleri değiştirerek oluşan çember çizimleri görüntülenebilmektedir. Böylece Shodor sitesinde yer alan sanal materyallerin manipüle edilebilir ve tekrarlanabilir özellikleri ortaya çıkmaktadır. Öğretmenler deneysel bir çalışmanın rehberi konumunda olmakta ve çember denkleminin parametrelerinin öğrenciler tarafından tahmin edilmesini sağlamaktadır.

<https://mrnussbaum.com/math>: ABD'nin Virginia Eyaletinde görev yapan sınıf öğretmeni Nussbaum tarafından video dersler, etkileşimli alıştırma ve eğitsel oyunların çevrimiçi olarak sunulduğu bir internet sitesidir. İlkokuldan 8.sınıfa kadar öğretmenlerin, öğrencilerin ve ebeveynlerin kullanabileceği bu öğrenme nesnesi, teknoloji desteğiyle eğlenceyi öğrenmeyle ilişkilendirerek beceri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu platform içinde ücretli ve ücretsiz olarak kullanılan materyaller bulunmaktadır. Matematik, fen bilimleri, tarih, coğrafya ve dil dersleriyle ilgili içeriklerden oluşmaktadır. Matematik kazanımları (örneğin; dört işlem, çarpanlar, kesirler, geometri, vb.) öğrencilerin manipüle edebilecekleri eğitsel oyunlardan oluşmaktadır. Örneğin, “Veri işleme” öğrenme alanında hazırlanmış “Jellybean Ağacı” adlı sanal manipülatifte ağaçta yer alan şekerleri renklerine göre sınıflandırarak sayılarının belirtildiği sütunlar oluşturulmaktadır. Böylece öğrencilerin veri toplama, sınıflandırma ve bunları grafik haline dönüştürme becerileri gelişmektedir. Veri işleme, elde edilen bilgilerin anamladırılması ve bunların matematiksel olarak ortaya koyulmasıdır. Bu açıdan ele alındığında da matematiksel iletişim becerileriyle yakından ilgilidir. Veri işleme ile ilgili interaktif uygulamaların kullanıldığı derslerde öğretmenlerin matematiksel söylemleri ve bu söylemlere öğrencilerin katılımı tablo, grafik ve şema oluşumu konusunda önemlidir.

<https://www.mathlearningcenter.org/>: Dr. Eugene Maier, Don Rasmussen ve David Raskin tarafından bireylerin matematiksel inançlarını ve yeteneklerini keşfetmeleri ve geliştirmeleri için kurulan Matematik Öğrenim Mekezinin (MLC) oluşturduğu dijital bir platformdur. Site içerisinde yer alan sanal manipülatifler ilkökul seviyesine göre hazırlanmıştır. Dijital içerikler kesirler, sayı doğrusu, sayma pulları gibi modelleme gerektiren sanal manipülatif ve simülasyonlardan oluşmaktadır. Öğrenciler ve öğretmenler için geliştirilen bu site ücretsiz olarak ABD ve uluslararası lokasyonlarda kullanılmaktadır. Site içerisinde sanal taban bloklarını kullanarak çok basamaklı sayıların oluşturulduğu ve 1'den 100'e kadar paydaya sahip olan kesirlerin modellendiği sanal manipülatifler yer almaktadır. Çok basamaklı sayılarda basamak değeri öğrencilerin karşılaştığı soyut kavramlardan biridir. Farklı tabana sahip sayı sistemleri, çok basamaklı sayılarla işlemlerin temelinde basamak değeri kavramının yer aldığı öğretmenler tarafından bilinmesi değerlidir. Basamak kavramının öğretiminin grupta ile başladığı öğrencilere hissettirmek için derslerde sanal taban bloklarının kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

<https://www.fuelthebrain.com/?site=full>: 2009 yılında ilköğretim eğitimcilerine kaynak oluşturma adına hazırlanmış bir internet topluluğudur. İçerisinde eğitsel oyunlar, etkileşimli materyaller, kitaplar ve basılabilir kaynakların yanında öğretmenlere kılavuzluk edebilecek makaleler yer almaktadır. Matematik kazanımları sayı doğrusu, kesirler, kümeler gibi modellemeye ihtiyaç duyulan dijital içerikler ile desteklenmiştir. Web sitesinin kurucuları tarafından geliştirilen öğrenme nesneleri ile mevcut standartlara sahip öğretimi yüksek kaliteli hale getirmek amaçlanmaktadır. Örneğin, “Eşitlik ve Denklemler” konusunun günlük hayatla ilişkilendirilerek öğretilmesine yardımcı olan “Weight Watch” isimli eğitsel oyunda eşit kollu terazinin kefelerine ağırlık ekleyip çıkararak denge sağlanmaya çalışılmaktadır. Denklem konusunun temelinde eşitlik kavramı ile ilgili ön bilgiler hatırlatılmalı bunla ilgili öğrencilerin kavram yanılgıları belirlenerek mutlaka giderilmelidir. Öğretmenler, öğrencileri eşitlik konusunda hem ilişkisel hem de işlemsel düşünce tarzı üzerinde yoğunlaşmalarını sağlamalıdır.

<https://ictgames.com/mobilePage/index.html>: Okulöncesi ve ilkökul seviyesine yönelik İngiliz bir öğretmen tarafından geliştirilen bir öğrenme nesnesidir.

Matematiğin somut materyallerinin sanal manipülatif olarak yer aldığı sitede eğitsel oyunlara da yer verilmektedir. Onluk ve yüzlük sayma blokları, kesir şeritleri gibi somut materyallerin dijital ve manipüle edilebilir karşılıkları yer almaktadır. Tüm materyallere erişim ücretsiz olarak sunulmaktadır. Örneğin, çarpım tablosu konusunda öğrencilere pratiklik kazandırmak adına iki kişi ile oynanan halat çekme ile ilişkilendirilmiş eğitsel oyun yer almaktadır. Dört işlem becerisinin matematikte yer alan tüm öğrenme alanlarının ön koşulunu oluşturduğu öğrencilere ifade edilmesiyle manipülatife dikkat çekilmelidir. Ayrıca çarpma işleminin daha iyi anlaşılması için aynı sayıda nesne içeren kümelerdeki toplam eleman sayısı ele alınmalıdır. Nesnelerin toplamı ve çarpma işlemi arasındaki bağlantı hem sanal manipülatif ve simülasyon siteleriyle hem de çalışma kağıtları ile pekiştirilmelidir.

<https://www.pbslearningmedia.org/>: Bir grup eğitimci tarafından geliştirilen bir öğrenme nesnesidir. 12.sınıfa kadar eğitimci ve öğrenciler için hazırlanmış ders videoları, etkileşimli materyaller, animasyonlar ve ders planlarını içeren bir internet platformudur. Web sitesinin oluşturulmasındaki amaç, nitelikli medya destekli içerikler ile eğitim kalitesini arttırmak olduğu belirtilmiştir. Site içerisinde kare blokları kullanarak örüntü oluşturmak ve bu örüntünün kuralı hakkında tahminlerde bulunmayı gerektiren sanal manipülatifler yer almaktadır. İlkokul seviyesinde tekrarlı nesneler veya sayılarla kurulan örüntü, ortaokul seviyesinde kapsamı genişleyerek verilen bir örüntünün kuralını belirleme becerisi gerektirmektedir. Böylece matematiksel dil sembollerin kullanımı önem arz etmektedir. Bu noktada öğretmenler, öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları terimlerle değil terminolojiyi kullanarak sözel açıklamalar yapmalarına fırsat vermelidir.

<https://nrich.maths.org/>: Cambridge üniversitesi tarafından matematiksel görevleri zenginleştirmek amacıyla oluşturulan sanal manipülatif ve simülasyonsitesidir. İlkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen içeriklerden oluşmaktadır. Sayılar, cebir, geometri ve ölçme, veri işleme alanına yönelik materyaller yer almaktadır. Site içerisinde “Geoboard” veya “Pegboard”lardan yararlanılarak şekillerin alan ve açı gibi özelliklerinin öğretildiği sanal manipülatifler bulunmaktadır. Şekillerin kapladıkları yeri belirlenmesi ve alan kavramı öğretim programında neredeyse her sınıf seviyesinde yer almaktadır. Öğretmenlerin alan ölçmenin

parçalama, birimin tekrarlanması ve alanın değişmezliği özelliklerini sanal manipülatif ve simülasyonları kullanarak öğretmesi önem arz etmektedir.

<https://www.learnalberta.ca/content/mejhm/index.html>: İlkokul seviyesinden 12.sınıfa kadar olan sınıf seviyelerinde hazırlanmış interaktif içerikler, videolar, basılı materyallerden oluşmaktadır. Sayılar, örüntü ve düzen, şekiller ve uzay, veri işleme ve olasılık konularına göre hazırlanmış içerikler yer almaktadır. Örneğin, “yüzdelere” konusunun öğretiminde Amerikan futboluna ait gerçek bir video izletilerek öğrencilerin pas sayılarının yüzdelereyi belirlemesi sağlanmaktadır. 5. ve 7.sınıf öğretim programında yer alan yüzdelere öğretiminde öğretmenlerin kesir ve ondalık gösterimlerle bağlantılar sunması önemlidir. Böylece yüzde kavramının paydası yüz olan bir kesri ifade ettiği öğrenciler tarafından kavranacaktır.

<http://illuminations.nctm.org>: NCTM tarafından geliştirilen matematik öğretiminde öğrenciler için etkileşimli içerik sunan ve öğretmenler için öğretim kaynağı oluşturan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesinden 12.sınıfa kadar içeriklerin yer aldığı sitede matematik konuları sayılar ve işlemler, cebir, geometri, ölçüm, veri analizi ve olasılık öğrenme alanları altında sunulmuştur. Örneğin, “Cebir fayansları” adlı etkileşimli içerik ile verilen denlemi önce cebir kareleri ile oluşturup ardından cebir probleminin çözümüne ait temsiller oluşturulmaktadır. İlgili sanal manipülatif kullanılarak değişkenlerin değiştirilmesiyle oluşan farklı cebirsel ifadelerin oluştuğu gözlenmektedir.

<https://www.geogebra.org/?lang=tr>: Geometri, istatistik, cebir, grafik oluşturma konularında eğitim her kademesinde kullanılan dinamik matematik yazılımıdır. Öğrencilerin ve öğretmenlerin içerik oluşturmalarına imkan sağlayan manipüle edilebilir sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir.

<https://www.mathsisfun.com>: Okul öncesi dönemden 12.sınıfa kadar matematik müfredatın uygun içeriklerden oluşmaktadır. Matematiği eğlenceli hale getirmek için sayılar, cebir, ölçme gibi alanlarda öğrencilerin deneme ve tekrar yapmalarına izin veren sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Eğitsel oyunlarla desteklenen kazanımlarda yer almaktadır. Örneğin, Türev konusunda verilen bir grafiğin bir

noktasından çizilen doğrunun eğimi manipüle edilebilir simülasyonlar ile oluşturulabilmektedir. Öğretmenlerin türev kavramının hem geometrik hem de fiziksel karşılıklarını öğrencilere hissettirmesi işlemsel bilgiden önce türevin kavramsal yapısının öğrenilmesini sağlayacaktır.

<https://www.sheppardsoftware.com/math.htm>: Okul öncesi dönemden 8.sınıfa kadar içeriklerin yer aldığı site öğretimi eğlenceli hale getirmeyi hedeflemektedir. Bu nedenle günlük hayatla bağlantılı eğitsel oyunlardan oluşmaktadır. Örneğin, “en büyük ortak çarpan” kazanımına yönelik hazırlanmış eğitsel oyunda verilen iki sayının en büyük ortak çarpanının üzerinde yazılı olduğu meyveleri seçmeleri beklenmektedir.

<https://www.matific.com/tr/tr/home/maths-activities/>: Teknoloji ile öğretimin öğrencilerin yaşam boyu eğitim faaliyetlerine katkı sunacağı düşüncesi ile oluşturulmuş sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesi dönemden 6.sınıfa kadar olan öğrencilere yönelik tasarlanmıştır. Doğal sayılar, kesirler, oran orantı, geometri gibi temel matematik konularını destekleyen sanal manipülatif ve simülasyonlar bulunmaktadır. Örneğin 6.sınıfta yer alan negatif tam sayılarla ilgili kazanıma yönelik hazırlanmış olan eğitsel oyunda öğrencilerin negatif tam sayıları sayı doğrusunda gösterebilmesi amaçlanmaktadır. Öğrencilerin 0 sayısının pozitif ve negatif sayılara ait olmaması, negatif sayıları sayı doğrusunda göstermeleri ve karşılaştırmaları konularında yaşadıkları zorluklar öğretmenler tarafından bilinmesi önemlidir. Özellikle tam sayıların sıralanmasını öğrenciler için anlaşılabilir kılmak için kullanılabilecek modellerin başında sayı doğruları yer almaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin sayı doğrusu ile ilgili alıştırmalara hem fiziksel hem de sanal materyallerden yararlanarak yer vermeleri değerlidir.

<https://www.topmarks.co.uk/>: Matematik ve İngilizce alanlarında öğrencilere etkili ve eğlenceli çevrimiçi öğrenme ortamları oluşturan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesinden 8.sınıfa kadar sayma, sıralama, dört işlem, problem çözme gibi alanlarda etkileşimli içerikler yer almaktadır. Örneğin, 5-8 yaş aralığında yer alan çocuklar için tasarlanmış eğitsel oyunda taban blokları ile verilen sayıyı basketbol topları üzerinde yazan sayılar içerisinden bulup potaya atması istenerek çocukların günlük hayatla bağlantılı matematik öğretimi yapmasını sağlamaktadır. Sayı

öğretiminin temelini oluşturan basamak değeri kavramı soyut matematiksel bir ifade olması itibariyle öğrencilerin zorluk çektikleri kavramlardan biridir. İlköğretimin sonuna kadar öğrencilerin bu konu da kazanımlarla karşılaştıkları görülmektedir. Bu açıdan öğretmenlerin okul öncesi ve ilkokul düzeyinde iki basamaklı sayıların öğretiminde onlar basamağının değerini onluk taban bloklarıyla göstermeleri kavramın somutlaştırılmasında önemlidir.

<https://www.mathnook.com/>: Matematik eğitimcileri tarafından geliştirilen sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesi dönemden 12.sınıfa kadar matematik konularına yönelik geliştirilmiş eğitsel oyunlardan oluşmaktadır. Örneğin, ondalık sayıları toplama konusunda öğrencilere pratiklik kazandırmak için geliştirilen araba yarışı yer almaktadır. Öğrencilerin ondalık sayılar kümesinin rasyonel sayıları göstermenin başka bir ifadesi olduğunu farketmeleri önem arz etmektedir. Öğretmenlerin ondalık gösterimlerle yapılan işlemleri rasyonel sayılar veya kesirlerle ilişkilendirilmesi konun öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

<http://www.math.com>: Öğretmenler, öğrenciler ve velilerin matematik öğretiminde teknoloji kullanımını desteklemek amacıyla geliştirilen sitedir. Temel matematik becerilerinin gelişimi için oluşturulan eğitsel oyunlardan oluşmaktadır. Ayrıca bilgisayar destekli öğretimi sağlayacak 4 adımlı öğretim algoritması yer almaktadır. Örneğin, eşitsizlikler konusunun 1. Adımında operatörlerin tanıtılması, 2. Adımında verilen eşitsizlikleri sözel olarak ifade edilmesi, 3. Adımında konuyla ilgili çözümlü alıştırmaların yapılması ve 4. Adımda etkilişimli alıştırmaların yer aldığı görülmektedir.

<https://wordwall.net/tr>: Tüm derslere yönelik eşleştirme, bulmaca, quiz gibi etkileşimli araçlar hazırlamaya ve öğrencilerin kullanımına imkan oluşturan sanal manipülatif sitesidir. Öğretmenler her sınıf seviyesinde içeriklerini oluşturup paylaşabilmektedir. Site içerisinde 8.sınıf olasılık konusuna ait terimlerin daha iyi anlaşılması ve öğrenilmesine yönelik bulmacalar yer almaktadır.

<https://learningapps.org/index.php?category=2&s=>: Eğitim öğretim sürecini desteklemek amacıyla dijital içeriklerin sunulduğu Web 2.0 aracıdır. Okul öncesinden

mesleki eğitimlere kadar tüm derslerde etkileşimli materyaller yer almaktadır. Örneğin, ilkokul öğrencilerin sayıları tek ve çift olarak sınıflandırabilmesi için geliştirilen eğitisel oyunda öğrencilerden verilen sayıyı ilgili tarafa sürüklemesi beklenmektedir.

<https://www.coolmath.com/>: Matematiği eğlenceli hale getirmek için matematiksel kazanımlar eğitisel oyunlar ve dijital içeriklerle desteklenmiştir. Cebir öncesi, cebir matematik öncesi başlıkları altında toplanan materyaller öğrencilerin bireysel öğrenimine katkı sağlar. Ayrıca 12 yaş altı çocuklar için <https://www.coolmath4kids.com/> sitesi oluşturulmuş ve sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiştir. Örneğin, negatif ve pozitif tam sayılarla çarpma işlemlerinin yer aldığı “Tam sayı çözgü” oyunu yer almaktadır.

<https://www.mentalup.net/matematik-oyunlari> : Çocukların zihinsel becerilerini geliştirmek için tasarlanmış oyun destekli eğitim platformudur. 4 yaş ve üzeri çocuklar için dikkat, hafıza, mantık, görsel ve sözel kategorilerinde eğitisel oyunlar yer almaktadır. Örneğin, öğrencilerin mantıksal düşünme ve karşılaştırma becerilerini geliştirme adına verilen sayılar arasına küçüktür, büyüktür ve eşittir ilişkisel operatörlerini koymaları beklenen interaktif içerikler bulunmaktadır. Geliştirilen eğitisel oyunla öğrencilerin eşittir işaretini ilişkiyi ifade eden sembol olarak algılaması önemlidir. Böylece öğrencilerin eşittir sembolünü toplam veya cevap olarak algılamayıp bir ilişkiyi ifade ettiğini bilmeleri cebir kazanımlarında kavram yanlışlarının giderilmesini de sağlayacaktır.

<https://abcya.com>: İlkokuldan 6.sınıf seviyesine kadar olan öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerine katkı sağlamak için tasarlanmış sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Farklı öğrenme stratejilerine hitap eden sanal manipülatifler dört işlem, örüntü, sayma gibi konu başlıkları altında çeşitlenmiştir. İlkokul öğrencilerinin dört işlem becerisinin gelişimini desteklemek için tasarlanan oyunda seçilen dört işleme yönelik matematiksel işlemlerin cevabının en kısa sürede seçilmesi istenmektedir. Zihinden işlem becerisinin gelişimi için sadece öğretim programlarında yer alan kazanımların kazandırılması yeterli görülmemektedir. Öğrencilerin kişisel ve sosyal deneyimlerle kendilerine özgü stratejiler geliştirebilmelerinin yanında derslerde

kullanılan sanal manipülatif ve simülasyonlarında faydalı olacağı öğretmenler tarafından bilinmelidir.

<https://graphsketch.com/>: Lise öğrencileri için tasarlanmış fonksiyon grafiklerinin elde edildiği simülasyon sitesidir. Geoboard üzerinden grafiklerin çizimi sağlanmaktadır.

<https://pbskids.org/>: Çocukların hayal gücü, eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini teknoloji desteği ile geliştirmeyi amaçlayan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesi öğrencilerine yönelik videolar ve eğitsel oyunlar yer almaktadır.

<https://www.mathplayground.com/>: 2002 yılında Colleen King tarafından geliştirilen sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Okul öncesi dönemden 6. Sınıfa kadar öğrencilerin problem çözme ve matematiksel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik dijital içeriklerden oluşmaktadır. Dört işlem, şekiller ve uzay, cebir öğrenme alanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, tam sayılarla işlemler konusuna yönelik “örümcek maçı” oyununda öğrencilerden istenen tam sayıyı elde edebilecekleri iki tam sayıya ağ atmaları istenmektedir. Tam sayılar konusunda yönlü ve negatif tam sayılarla karşılaşan öğrencilerin bu konuda güçlükler yaşadıkları öğretmenler tarafından görülmektedir. Öğrencilerin zihinsel gelişimindeki farklılıklar kavramların anlaşılmasında önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle tam sayı kavramının ve işlemlerin öğretiminde sanal ortamlardan yararlanılması önemlidir.

<https://activatelearning.com/conceptua-math/>: İlkokuldan 12.sınıfa kadar kazanımlara yönelik ders planları, öğretim slaytları, ödevler gibi öğrenme öğretme sürecinin dijital karşılıklarını bulundurur. Ancak 15 Mart 2021’den itibaren ücretsiz sanal manipülatif ve simülasyonlar erişimden kaldırılmıştır.

<https://www.google.com/intl/tr/earth/versions/>: Dünyayı korumak ve güzelleştirmenin en etkili yolu eğitimi zenginleştirmek ve desteklemektir. Eğitim ve öğretime destek vermeyi amaç edinen bir sitedir.

<https://codap.concord.org/>: Veri analizi öğrenme alanında kullanmak için öğretmen ve öğrencilere yönelik hazırlanmış olan yazılımdır. Elde edilen verilerin işlenmesi,

değerlendirilmesi ve görselleştirilmesi alanında öğrencilere veri okuryazarlığı becerisi kazandırmayı hedeflemektedir. Tablo, grafik, hesap makinası gibi veri analizi araçlarından oluşan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Hesap makinesiyle küçük yaşlarda karşılaşılan çocuklar negatif sayılarla, virgüllü gösterimlerle veya yüzde sembolü ile daha erken yaşlarda tanışmış olacaktır. Bu nedenle öğretmenlerin ilkokuldan itibaren öğrencileri hesap makineleriyle tanıştırmaları sayı kavramını geniş spektrumda görmelerine katkı sunacaktır.

<https://learnzillion.com/>: İlkokuldan 12.sınıfa kadar İngilizce ve matematik müferdatında yer alan kazanımları teknolojik öğretim stratejileriyle destekleyen sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Sınıf bazında yer alan kazanımlar öğrenme alanlarına göre sınıflandırılmış sanal manipülatif ve simülasyonlardan oluşmaktadır.

<http://nlvm.usu.edu/> : Ulusal sanal manipülatifler kütüphanesi adıyla tasarlanmış okul öncesinden 12.sınıfa kadar her sınıf seviyesindeki öğrencilerin matematik dersine etkin katılımını sağlamak amacıyla oluşturulmuş ücretli bir internet sitesidir. Sayılar ve işlemler, cebir, geometri, ölçme, veri analizi başlıkları altında öğrencilerin etkileşimde bulunabileceği sanal manipülatif ve simülasyonlar yer almaktadır.

<https://nzmaths.co.nz/>: Yeni Zelanda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış bir dijital eğitim platformudur. Eğitim kalitesini arttırmak için öğretmen, öğrenci ve velilere yönelik içerikler bulunmaktadır.

2.4 Sanal Manipülatif ve Simülasyonlar Üzerine Yapılan Yurt İçi Araştırmalar

Uzundağ (2016), 278 sınıf öğretmeni ile yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, öğretmenlerin matematik öğretimde sanal manipülatif kullanma durumları ve sanal manipülatiflere ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, çalışmaya katılan öğretmenlerin yaklaşık %91'inin matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanmadığı tespit edilmiştir. Manipülatif kullandıklarını ifade eden öğretmenler sanal manipülatif kullanımının matematiksel kavramların öğretimi için önemi olduğu, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, öğrencilerin motivasyonunda olumlu etki

yaptığı, farklı problemler oluşturmada, çözmede ve öğrenmeyi kolaylaştırmada etkili olduğunu belirtmiştir.

Öztürk vd.'nin (2016) “Additional Operation Learning Process to the Mild Intellectual Disabilities Students by means of Virtual Manipulatives: A Multiple Case Study” adlı çalışmasında hafif düzey zihinsel engeli olan 2 öğrenciyle görüşme ve gözlem yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda sanal manipülatif kullanımının zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin matematik öğrenmesinde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir.

Çetin, vd.'nin (2019) yaptığı çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde somut ve sanal manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmek ve manipülatif kullanma ile ilgili ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular neticesinde, öğretmenlerin %65,8'i manipülatif kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler, en çok Sayılar ve İşlemler öğrenme alanında-Tamsayılar ve Kesirler alt öğrenme alanında manipülatiflere ihtiyaç duyduklarını ifade etmişlerdir.

Akkan ve Çakıroğlu'nun (2011) yapmış olduğu araştırma ile, farklı branşlardaki (okul öncesi öğretmenliği, sınıf öğretmenliği, ilköğretim matematik öğretmenliği) öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut ve sanal manipülatiflerin kullanımına ilişkin düşüncelerini belirlemek ve karşılaştırmak amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda; öğretmen ve öğretmen adaylarının çoğunluğu, her iki manipülatif çeşidinin de matematiksel kavramların öğretiminde etkili olduğunu, matematiksel akıl yürütmeye ve ilişkileri keşfetmeye imkân sağladığını, öğrencilerin motivasyonunda olumlu etki yaptığını, öğrencilerin başarılarını arttıracaklarını ve problem çözme becerilerini geliştireceğini ifade etmişlerdir.

Pişkin Tunç vd. (2012a) ilköğretim matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada somut materyal ve sanal öğrenme nesneleri (manipülatif) kullanma yeterliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulgularına göre, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının fiziksel materyalleri kullanma yeterlik düzeylerinin sanal öğrenme nesneleri kullanma yeterlik düzeylerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının çoğunun somut materyallerin ve sanal öğrenme nesnelerinin matematik öğretiminde öğrencilerin başarılarına olumlu bir etki yapacağını belirtirken aynı zamanda ilköğretim matematik öğretmen adayları somut manipülatifleri ders içinde etkili biçimde kullanabileceklerini ancak sanal manipülatifleri ders içinde daha az etkili biçimde kullanabileceklerini ifade etmişlerdir.

Kandil ve Baston'un (2021) yaptığı çalışma ile Covid 19 pandemi sürecinde matematik öğretmen adaylarının senkron uzaktan eğitim yolu ile gerçekleştirilen matematik derslerinde kullandıkları temsilleri incelemeyi amaçlamıştır. Öğretmen adaylarının senkron derslerde kullandıkları temsiller durağan resimler, somut nesneler, konuşma dili, yazılı semboller, gerçek hayat durumları ve sanal manipülatif başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının en çok ve en etkili kullandıkları temsil biçiminin durağan resimler (%91) ve konuşma dili (%89) olduğu görülmüştür. Kavrama ve problem durumlarına uygun resimler kullanılarak, konuya dair terminoloji sözlü olarak görseller üzerinden aktarılmıştır. Yaygın olarak kullanılan diğer temsil biçimleri ise sanal manipülatifler (%86) ve gerçek hayat durumları (%86) olarak belirlenmiştir. Öğretmen adayları derslerinde sanal manipülatifler, dinamik geometri yazılımları ve sanal matematik platformları aracılığı ile çizim yapabilme, şekilleri kesme-birleştirme, yer değiştirme gibi özelliklerini kullanarak öğrencilerin konuyu kavramsallaştırmasına olumlu katkısı olmuştur.

Genç'in (2021) doktora tezinde yapmış olduğu araştırmada dijital oyun destekli matematik eğitim programının ve matematik içerikli dijital oyunların 54-66 aylık çocukların saymaya ilişkin temel matematik becerilerine ve matematiği sevmeye düzeylerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Uygulama 18'i deney 1 grubu, 18'i deney 2 ve 18'i kontrol grubu olmak üzere toplam 54 anasınıfı öğrencisi ile yapılmıştır. Uygulama sürecinde 10 hafta boyunca haftada iki oturum deney 1 grubu çocukları ile "Dijital Oyun Destekli Matematik Eğitim Programı" (DODMEP) ve deney 2 grubu çocukları ile "Matematik İçerikli Dijital Oyun Uygulamaları" (MİDOU) gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda DODMEP ve MİDOU'nun çocukların saymaya ilişkin temel matematik becerileri üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğu,

aynı zamanda dijital oyunların etkinliklerle bütünleştirildiği DODMEP'in yalnızca dijital oyunların yer aldığı MİDOU'ya göre çocukların saymaya ilişkin matematik becerilerini geliştirme konusunda daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Gecü Parmaksız (2017) yapmış olduğu doktora tezinde okul öncesi çocukların Artırılmış Gerçeklik (AG) etkinlikleri ile geometrik şekillerin öğretimini ve uzamsal becerilerin gelişimini desteklemeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda Artırılmış Gerçeklik gibi sanal manipülatif uygulamalarının, okul öncesi çocuklara geometrik şekillerin öğretilmesinde ve uzamsal becerilerin geliştirilmesinde, geleneksel teknikler (fiziksel manipülatifler) ile karşılaştırmak amacıyla ön test son test kontrol gruplu deneysel bir çalışma yürütmüştür. Araştırma sonucunda AG uygulamaları çocukların daire şeklini sınıflamalarında olumlu etkiye rastlanmadığı görülürken, kare, dikdörtgen ve üçgen şekillerinin sınıflamalarında ve uzamsal beceri testleri başarı puanları üzerinde olumlu etki bıraktığı görülmüştür.

Yeniçeri (2013) yüksek lisans tezinde 6.sınıf matematik öğretim programında yer alan kesirler alt öğrenme alanının kazanımlarının öğretilmesinde sanal manipülatif kullanımının akademik başarıya etkisini araştırmıştır. Erzincan ilinde öğrenim gören 76 öğrenci grubuyla gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ön test son test kontrol gruplu model kullanmıştır. Uygulama sürecinde deney gruplarından birinde ders planlarına uyarlanan sanal manipülatifler öğretmenler tarafından kullanırken diğer deney grubunda öğrenciler sanal manipülatifleri öğretmenleri rehberliğinde bireysel olarak kullanmıştır. Kontrol grubunda ise somut materyallere yer verilerek öğretim yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak devam etmiştir. Uygulama sonucunda kesir konusunun öğretiminde öğrencilerin sahip olduğu akademik performansın sanal manipülatiflerin sadece öğretmen tarafından kullanıldığı deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

Mutluoğlu (2019) doktora tezinde 6.sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik tasarlamış olduğu sanal manipülatif takımının derslerde kullanılmasını ve öğrencilere olan etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada tasarlanan MATMAP sanal manipülatif takımının derslere entegre edilmesiyle öğrencilerin akademik başarıları, geometriye yönelik tutumları ve geometrik muhakeme

becerilerinin gelişimi gözlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarıyla yapılan araştırma neticesinde MATMAP'ın kullanıldığı deney grubundaki öğrenci başarılarının ve geometriye yönelik olumlu tutumların, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Gök (2020)'ün okulöncesi dönemde 48-72 aylık 60 çocuk ile yaptığı çalışma ile sanal ve somut manipülatiflerle zenginleştirilmiş matematik eğitim müfredatlarının erken aritmetik becerisi üzerindeki etkileri belirlemeyi amaçlamıştır. Gaziantep ilinin düşük sosyo-ekonomik bir bölgesinde gerçekleştirilen uygulamada öntest- son test kontrol gruplu modeli kullanılarak araştırma problemine yanıt aranmıştır. Çalışmanın deney gruplarından birinde sanal ve somut manipülatif destekli eğitim gerçekleştirilirken, diğerinde sadece somut manipülatifin kullanıldığı öğretim aktivitelerine yer verilmiştir. Kontrol grubu ise 15 haftalık uygulama sürecini herhangi bir manipülatif kullanmadan tamamlamıştır. Uygulama neticesinde matematik eğitim müfredatlarında sanal ve somut manipülatiflerin kullanılması okulöncesi öğrencilerinin erken aritmetik becerisini olumlu yönde geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca sanal ve somut manipülatiflerin matematik öğretim programlarında birlikte kullanıldığı durumlarda çocukların erken aritmetik becerilerinde daha yüksek başarılar elde ettikleri görülmüştür.

Terzioğlu (2020)'nin “*Zihinsel Yetersizliği Olan Öğrencilere Dört İşlem Becerilerinin Öğretiminde Sanal-Yarı Somut-Soyut Öğretim Stratejisinin Etkililiği*” adlı doktora tezi çalışmasında, zihinsel yetersizlik tanısına sahip 7-12 yaş arası yedi öğrencinin gerçekleştirilen öğretimleri farklı ortam ve kişilere transfer edebilme becerisini ve eğitim tamamlandıktan sonraki kalıcılığını belirlemeyi amaçlamıştır. Tek denekli araştırma yönteminin kullanıldığı araştırmanın ilk aşamasında web destekli olarak hazırlanan sanal manipülatif kullanılmıştır. İkinci aşamada öğretim resimli kartlar ile zenginleştirilmiş ve çalışmanın son aşamasına gelindiğinde çalışma kağıtlarından yararlanılmıştır. Uygulama sürecinde elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucunda dört işlem becerilerinin öğretiminde sanal-yarı somut- soyut manipülatiflerin olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrenilen becerilerin öğrenciler tarafından uygulama sonrasında 1, 2 ve 3 haftaya kadar korunduğu ve farklı ortam ve kişilere göre genellenebildiği saptanmıştır.

Ukdem (2021) yaptığı araştırmada, 3.sınıf matematik öğretim müfredatında yer alan kesirler alt öğrenme alanının sanal ve somut öğretim materyalleriyle desteklendiğinde öğrencilerin kazanımı kavrama seviyesini ve matematik dersine yönelik motivasyonlarını incelemektedir. Çalışma sürecinde Konya İlinde eğitim gören 61 üçüncü sınıf öğrencisiyle deney ve kontrol gruplarının yer aldığı yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma süreci boyunca deney gruplarından birincisinde somut manipülatiflerle desteklenen öğretim stratejileri ikincisinde sanal manipülatiflerin entegre edildiği ders planı kullanılmıştır. 18 hafta süren uygulama sürecinde kontrol grubunda yer alan öğrenciler matematik öğretim müfredatındaki yapılandırmacı anlayışla öğretime devam etmiştir. Araştırma analizleri neticesinde, sanal ve somut manipülatiflerin 3.sınıf kesirler konusunda öğrencilerin kavrama düzeyine olumlu etkisi olduğu saptanmıştır. Ancak kullanılan sanal ve somut manipülatiflerin 3.sınıf öğrencilerinin matematik dersi motivasyonlarına bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Erdem (2021)'in yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, sayılar ve işlemler öğrenme alanı içerisinde yer alan çarpanlar ve katlar konusunu, sanal ve somut manipülatiflerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında gerçekleştirdiğinde öğrencilerin göstermiş olduğu üstbilişsel becerileri tespit etmeyi, nesne ambarlarına ve öğrenme ortamlarına yönelik görüşlerini elde etmeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda durum çalışması modeli benimsenmiş ve altı hafta boyunca manipülatif destekli öğretim bölümleri geliştirilmiştir. Öğretim süreci boyunca 19 öğrencinin gözlem verilerinden, öğrencilerin ilk defa matematik derslerinde böyle bir öğrenme ortamı ile karşılaştıklarına, sanal ve fiziksel manipülatiflerin kullanımının onlarda farklı ve yeni bir deneyim oluşturduğuna ve tüm bu süreçler içerisinde üstbilişsel becerilere yönelik etkinlikler gerçekleştirdiklerine ulaşılmıştır. Ayrıca sanal manipülatifleri, fiziksel manipülatiflere kıyasla daha fazla tercih ettikleri saptanmıştır.

Temür (2022)'ün yüksek lisans tezi kapsamında yaptığı çalışmada, 7.sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konusunda sanal manipülatiflerle desteklenmiş interaktif etkinlik temelli öğretim sürecinin, öğrencilerin kavram yanılgılarını ortadan kaldırmaya olan etkisi, cebir konusuna yönelik tutumları ve akademik başarıya katkısını belirlemeyi amaçlamaktadır. Uygulamada Tokat İlinde

öğrenim gören 60 yedinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilen öntest- sontest kontrol gruplu model benimsenmiştir. Deney grubuna cebirsel ifadeler ve denklem konusu çalışmanın yürütücüsü tarafından hazırlanan sanal manipülatif destekli öğretim planı uygulanmış ve öğrencilerin sürece aktif katılımı sağlanmıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrencilere ise ilgili kazanımlar yapılandırmacı yaklaşım ve iletişim teknolojilerini kullanarak kazandırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen nitel ve nicel verilerin analizi neticesinde sanal manipülatifleri kullanarak gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermede, akademik başarının artırılmasında olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sanal manipülatiflerin kullanıldığı derslerde öğrencilerin daha aktif oldukları, kalıcı öğrenmeler elde ettikleri ve derse karşı motivasyonlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak sanal manipülatiflerle desteklenen öğrenme ortamlarının cebir öğrenme alanına yönelik öğrenci tutumlarına etkisi gözlenmemiştir.

Özpostacı (2022)'nın yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında fonksiyonlar konusunda 5E öğrenme modeline uygun Web2.0 araçlarıyla yürütülen canlı derslerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmada 46 öğrencinin web 2.0 araçlarıyla desteklenmiş fonksiyon konusundaki durumları değerlendirildiği için eylem araştırması niteliği taşımaktadır. Öğrencilerin derslerdeki durumu hakkında bilgi edinmek için canlı ders videoları, yansıtıcı günlükler ve görüşme formlarından yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda kompleks yapıya sahip fonksiyonlar konusunun 5E öğrenme modeli basamaklarına Web 2.0 araçlarının entegre edilmesiyle daha ilgi çekici ve daha etkili olduğu saptanmıştır.

2.5 Sanal Manipülatif ve Simülasyonlar Üzerine Yapılan Yurt Dışı Araştırmalar

Suh (2005), Patricia Moyer danışmanlığında doktora tezi kapsamında gerçekleştirdiği çalışmada kesirlerin öğretiminde sanal ve somut manipülatif kullanımının etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Kesirlerde toplama ve eşitlikler üzerine çalışan Suh gerçekleştirdiği deneysel çalışmanın örneklemini bir devlet okulunda öğrenim gören 36 kişilik 3. sınıf öğrencileri olarak belirlemiştir. Uygulamayı gerçekleştirmek için 2 orta seviyede sınıf belirlenmiş ve bu sınıflarda eğitim gören öğrencilere kesir ve cebir konularıyla ilgili bir ön test yapılmıştır. Ardından rastgele belirlenen bir sınıfa sanal manipülatiflerle diğerine somut manipülatiflerle desteklemiş kesirler konusu anlatılmıştır. Bilgiler kaydedildikten sonra sınıflarda kullanılan manipülatif çeşitleri değiştirilmiş ve cebir konusu anlatılmıştır. Her iki durumda da elde edilen son test verilerine bakıldığında sanal manipülatif kullanılarak işlenen konulara ait performansın daha yüksek olduğu saptanmıştır. Sanal manipülatif kullanarak kesir konusunu öğrenen öğrencilerin matematiksel içeriğe daha fazla hakim olduğu görülmüştür. Ayrıca cebir konusunda sanal manipülatif kullanılarak eğitim gören öğrencilere ait puanların daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Moyer vd., (2008), öğretmenlerin sanal manipülatif hakkındaki görüşlerini belirlemek adına bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın örnekleminde 4 özel grup ve 8 öğretmen grubundan oluşan 116 gönüllü katılımcı öğretmen yer almaktadır. Öğretmenlik deneyimleri ortalama 12,3 yıl olan öğretmenlere araştırmanın başlangıcında öğretmenlik uygulaması anketi ile öğretmenlerin manipülatif ve teknolojileri kullanma önceliği anketi uygulanmıştır. Daha sonra matematik enstitüleri tarafından hazırlanan 40 saatlik bir eğitim katılmışlardır. Ayrıca bir akademik yıl boyunca sanal manipülatiflerinde açık uçlu sorularla açıklandığı 8 saatlik bir eğitim sürecine dahil olmuşlardır. Araştırmanın verilerine göre öğretmenlerin %35'i sayılar ve işlemler öğrenme alanında, %32'si geometri öğrenme alanında, %13'ü cebir öğrenme alanında, %13'ü ölçme öğrenme alanında ve %7'si de analiz ve istatistik öğrenme alanında manipülatif kullanmayı tercih etmektedir. Bu öğrenme alanlarında öğretmenlerin kullandıkları manipülatif çeşitleri incelendiğinde sırasıyla sanal geometri tahtaları, örüntü blokları, tangramlar ve onluk taban blokları göze

çarpmaktadır. Öğretmenlerin sanal manipülatifleri kullanım amaçlarına ve kullanıldıkları yerleri tespit etmeye yönelik yapılan bir analizde ise öğretmenlerin toplamda %45'inin araştırma amacıyla, %35'inin beceri yerleştirme, %14'ünün derse giriş yapmak için, %2'sinin oyun amacıyla ve %2'sinin de diğer amaçlarla manipülatifleri kullandıkları görülmüştür. Manipülatiflerin diğer matematik araç ve gereçleri ile olan ilişkisini belirlemeye yönelik bir istatistik de ise öğretmenlerin %52'sinin sadece sanal manipülatifleri kullandıkları, %42'sinin önce somut manipülatifleri ardından ise sanal manipülatifleri kullandıkları, %2'sinin önce sanal manipülatif ardından fiziksel manipülatif kullandıkları ve %3'ünün de sanal ve somut manipülatiflerin bir birleşimini kullandıkları saptanmıştır.

Araştırmanın nihayetinde okulöncesi ve ilköğretim öğretmenlerinin sanal manipülatifleri bir teknolojik araç olarak gördükleri ve derslerinde yardımcı materyal olarak kullandıkları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda sanal manipülatiflerin eğitimin merkezinde yer alması ve diğer ders araç ve gereçleri ile desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Brown (2007), “sanal manipülatifler matematik eğitiminde kullanılması ilköğretim öğrencilerinin başarısını önemli ölçüde artıracaktır” hipotezini destekleyecek veriler elde etmek için nicel bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmayı devlet okulunda eğitim gören 6.sınıf öğrencileri ile birlikte gerçekleştirmiştir. Araştırma öncesinde öğrencilere yönelik hazırlanmış bir ön test uygulamıştır. Daha sonra çalışmada yer alan öğrencilerden iki grup oluşturmuş ve bir grup sanal manipülatif kullanılarak eğitim görürken diğer grup somut manipülatiflerle eğitim görmüştür. Bu eğitimin ardından her iki gruptaki öğrencilere de son test olarak matematik başarı testi ve materyale karşı oluşturdıkları tutumu belirlemek adına bir manipülatif değerlendirme anketi uygulamışlardır. Elde edilen verilere göre gerçekleştirilen t-testi somut materyal kullanılarak eğitim gören öğrencilerin sanal manipülatif kullanılarak eğitim gören öğrencilere göre daha yüksek başarı gösterdiğini belirtmiştir. Ancak araştırmacı arada oluşan bu farklılığı somut materyalle ders işlenen sınıftaki öğrencilerin öntest sonuçlarının yüksek olmasına bağlamaktadır. Bunların yanında öğrencilerin matematik konularının öğretiminde sanal manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarını araştıran ankete göre %52'si manipülatif kullanımını son derece desteklemekte, %40'ı

desteklemekte, %4'ü desteklememekte ve %4'ü ise kesinlikle karşı çıkmaktadır. Somut manipülatif kullanımına ilişkin tutumlar ise tamamen destekleyenler %26, destekleyenler %44, desteklemeyenler %26 ve karşı çıkanlar ise %4 oranındadır. Deney grubundaki somut manipülatif kullanılan grupta öğrencilere uygulanan ankette somut manipülatifleri sanal manipülatiflere tercih edip etmeyeceklerine yönelik sorulan soruda ise öğrencilerin %33'ü katılmış, %11'i kesinlikle katılmış, %45'i kesinlikle karşı çıkmış ve %11'i de karşı çıkmıştır. Kontrol grubunda ise bu soruya verilen cevaplar %31 kesinlikle katılan, %26 katılan, %26 katılmayan ve %17 kesinlikle katılmayan şeklinde dağılım göstermiştir.



3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Bir örneklemin var olan durumunu, sahip oldukları özellikleri ile betimlemek amacıyla veri toplamayı gerektiren çalışmalara tarama (survey) araştırması denir. Eğitim alanındaki araştırmalarda en sık kullanılan betimsel yöntem tarama çalışmasıdır çünkü araştırmacılar bireylerin, grupların veya fiziksel ortamların niteliklerini özetler (Büyüköztürk, 2009). Tarama modelleri, geçmişte veya halen var olan bir durumu değiştirmeden betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Araştırmaya konu olan kişi, nesne ya da durum, kendi şartları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası gösterilemez (Karasar, 2012).

Tarama araştırmasında araştırılacak olan problemin yanıtlayıcılar tarafından ilgi çekici veya cevaplamaya değer bulunması önemlidir. Araştırmacılar tarafından taramanın amaçları açıkça ortaya koyulmalıdır (Sezgin Selçuk, 2019). Tarama araştırmalarında veri toplama araçlarında yer alan maddelerin araştırmanın amaçlarına uygun olması gerekmektedir. Çünkü taramada kullanılan veri toplama aracının uzunluğu araştırmanın başarısı üzerinde önemli bir etkidir (Fraenkel ve Wallen, 2009).

Bu araştırma eğitim alanında matematik öğretimini gerçekleştiren öğretmenlerden elde edilen veriler ile yürütülmüştür. Okul öncesi, ilkököl, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonlara ilişkin görüşlerine yönelik bir çalışmadır. Bu araştırma kapsamında örneklem grubunu oluşturan öğretmenlerin sanal manipülatif ve simülasyonlara yönelik görüşlerine başvurulduğundan araştırma tarama modelinde olup, betimsel bir özellik taşımaktadır.

3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Evren ve örneklem seçimi tüm araştırmalar için temel bir konudur. Yapılan çalışmalarda belirlenen bir evrenin tüm bireylerine ulaşmak hem ekonomik açıdan hem de pratik olmaması açısından mümkün olmayabilir. Bu nedenle evren üzerinden

evreni temsil eden ulaşılabilir boyutta bir örneklem belirlenmelidir (Kelley, vd., 2003). Örneklem yapılan bir araştırmada veri toplamak için ulaşılabilir evrenden seçilen evrene göre daha az katılımcıdan oluşan gruptur.

Bu araştırmanın çalışma evrenini Batı Karadeniz Bölgesinde bir ilde bulunan 194 okul öncesi, sınıf öğretmeni, ortaokul matematik öğretmeni ve lise matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Örneklem belirlenmesinde kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Bu yöntemde araştırmacı kendine ulaşılması yakın durumu seçer (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Araştırmada, 2022-2023 Eğitim/Öğretim yılında güz ve bahar yarıyılında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı Batı Karadeniz Bölgesinde bir ilde bulunan 36 okul öncesi öğretmeni, 50 temel eğitim sınıf öğretmeni, 71 ortaokul matematik öğretmeni ve 34 lise matematik öğretmeninden oluşan örneklem grubuna dahil edilen 191 öğretmen üzerinde çalışılmıştır. Ulaşılan 194 öğretmenden 3 tanesi araştırmaya katılmak istemiyorum seçeneğini işaretlediği için çalışma örneklemine dahil edilmemiştir. Katılımcılara araştırmacılar tarafından geliştirilen beşli Likert tipi bir anket uygulanmıştır.

3.3 Veri Toplama Araçları

3.3.1 Veri Toplama Aracı ve Geliştirilmesi

Tarama araştırmalarında en sık kullanılan veri toplama aracı anketler ve görüşme formlarıdır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Araştırmaya katılanların araştırmacıya dönüt oluşturmak amacıyla doldurdıkları formlara anket, araştırmacının katılımcılara sorduğu soruları kaydettiği formlara ise görüşme formu denir. Veri toplama aracının hazırlanması sürecinde tercih edilecek soru tipinin belirlenmesi önemlidir. Araştırmayı en iyi yansıtacak olan verilerin elde edilmesinde soruların avantaj ve dezavantajları göz önüne alınmalıdır. Tarama araştırmalarında verilerin analizini kolaylaştırmak adına sıklıkla tercih edilen soru tipi likert tipi ölçeklerdir (Jackson, 2009). Veri toplama aracının belirlenmesinin ardından veri toplama işlemi yapılmaktadır. Anketle toplanan veriler katılımcılara kağıt üzerinde veya elektronik ortamda anketlerin sunulması ile gerçekleşmektedir. Görüşme formlarının doldurulması ise katılımcılar ile yapılan yüz yüze, telefon veya internet üzerinden yapılan görüşmeler ile olmaktadır.

Çalışmanın verileri, araştırmacılar tarafından geliştirilen anket yardımıyla elde edilmiştir. Veri toplama işlemine başlamadan önce Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü etik kurul başvurusu yapılarak çalışmayı yürütmek için gerekli izinler alınmıştır. Hazırlanan anket soruları Google form uygulamasına yüklenmiştir. 6698 sayılı Kişisel Verileri Korunması Kanunu göz önüne alınarak gönüllülük esası kapsamında okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerine elektronik posta ve çeşitli çevrimiçi iletişim araçları aracılığıyla form linki gönderilmiştir. Anket paylaşımında elektronik ortamın seçilmesi bölgenin ulaşım imkanları ve zaman açısından avantaj sağlamaktadır.

Katılımcı öğretmenlerin vermiş oldukları cevaplar bilimsel çalışmalarda kullanılacağı ve her türlü kişisel verilerin gizli tutulacağı anket sorularından önce yazılı olarak ifade edilmiştir. Ayrıca anketle ilgili gerekli açıklamaların ardından ankete katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Böylece katılımcı öğretmenlerin hazırlanan sorulara daha rahat ve güvenli şekilde cevap vermeleri için gerekli ortam oluşturulması amaçlanmıştır. Bahsi geçen ölçek bu çalışma sırasında geliştirilmiş olup ölçme aracının geliştirilmesi aşağıdaki şekilde desenlenmiştir.

3.3.2 Maddelerin Hazırlanması

Çalışmanın “*Matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı hakkında öğretmen görüşleri nelerdir?*” Problemine cevap aramak için matematik öğretiminde söz sahibi olan okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin görüşlerine ulaşmak amacıyla “Sanal Manipülatiflerin ve Simülasyonların Kullanımı ile ilgili Öğretmen Görüşleri” anketi hazırlanmıştır.



Şekil 3.1 Anketin geliştirilme aşamaları

Anketin hazırlanma aşamalarında; ilk olarak matematik öğretiminde aktif kullanılan sanal manipülatif siteleri taranmış, ulusal ve uluslararası geliştirilmiş platformlar belirlenmiştir. Literatürde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı ile ilgili yapılmış çalışmalarda uygulanmış olan ölçekler gözden geçirilmiştir. Ulaşılan sanal manipülatif ve simülasyon siteleri ve daha önce uygulanmış anketlerdeki özellikler maddelerin oluşmasına ışık tutmuştur.

Kaynak incelemelerinin neticesinde 139 sorudan oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan madde havuzu 2'si matematik eğitimcisi, 4'ü öğretim teknolojileri alanında olmak üzere 6 uzmanın görüşüne sunulmuştur. Uzmanların görüş ve önerileri doğrultusunda bazı maddeler çıkarılmış bazı maddeler aynı soru başlığı altında birleştirilmiş ve süreç içerisinde yeni tespit edilen sanal manipülatif siteleri eklenmiştir. Bunlar doğrultusunda anketin son halinin 126 maddeden oluşmasına karar verilmiştir. Geliştirilen anket beşli Likert tipi bir ölçek olarak yapılandırılmıştır. Beşli dereceleme yapılan bu ölçekte derecelmeler; kesinlikle katılıyorum (5), katılıyorum (4), az katılıyorum (3), katılmıyorum (2) ve kesinlikle katılmıyorum (1) şeklinde belirlenmiştir. Ancak sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı ile ilgili sorular çok sık kullanıyorum (5), bazen kullanıyorum (4), nadiren kullanıyorum (3), kullanmıyorum (2) ve Hiç kullanmıyorum (1) şeklinde oluşturulmuştur. Elde edilen anketin son hali 2 okulöncesi, 2 ilkokul, 2 ortaokul matematik, 2 lise matematik öğretmeni olmak üzere 8 öğretmenin ölçeği dil ve anlaşılabilirlik açısından incelemesi istenmiştir. Bu incelemeler neticesinde alınan geri dönüşlerle bazı maddelerin dil özelliği bakımından güncellemesi yapılmıştır.

Veri toplama aracı (EK 1), kişisel bilgiler bölümü, sanal manipülatif bölümü ve sanal manipülatif ve simülasyonlara yönelik görüşler bölümü olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır.

3.4 Veri Analizi

Çalışma kapsamında toplanan verilerle gerçekleştirilen istatistiksel işlemler bu kısımda verilmiştir. Veriler incelendiğinde beşli derecelendirme şeklinde hazırlanan

ankette bazı görüşlerde yeterli işaretlemeye ulaşılmadığı için üçlü derecelendirmeye dönüştürülmüştür.

Verilerin çözümlenmesinde ilk aşamada, öğretmenlerin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları Excel Programı kullanılarak tablo ve grafik haline dönüştürülmüştür. Tablo ve grafikte yer alan veriler, frekans ve yüzde değerleri ile ifade edilmiştir.

Verilerin analizinde ikinci aşama olarak, öğretmenlerin matematik öğretiminde kullandığı Web 2.0 araçlarının kullanım sıklıkları yüzde ve frekans değerleri ile tablolastırılmıştır.

Ankette yer alan sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin branşlara göre kullanım durumunun analizinde SPSS (26.0) istatistik programı kullanılmıştır. İfade edilen program ile frekans ve yüzde dağılımlarını içeren tablolar oluşturulmuştur. Okul öncesi, ilköğretim, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin ankette yer alan sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanma durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda 4 x 3'lük çok gözlü tablolar oluşturulmuştur. Tablolarda yer alan hücrelerde 5'in altında değerin bulunduğu hücre sayısının tüm hücre sayısına oranı beklenen değeri vermektedir. Beklenen değeri %20'nin altında bulunan ilişkilerde Pearson Chi-Square testi uygulanmış, %20'nin üstünde bulunan ilişkilerde ise Mehta ve Patel tarafından geliştirilen Fisher's Exact testi uygulanmıştır. Test sonucunda p değeri 0,05'in altında olduğu durumlarda sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin branşlara göre kullanım durumları arasında anlamlı ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Ankette yer alan 38 tane sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin 8 tanesinde branşlara göre kullanım durumu arasında ilişki olduğu görülmüş ancak 30 tane sitede anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Araştırmanın analizinin yapıldığı son kısımda öğretmenlerin matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu verilerin çözümlenmesinde öğretmenlerin ankette yer alan maddelere katılım oranlarına ilişkin veriler yüzde ve frekans değerleri ile toplanmış ve katılımın yüksek olduğu maddeler yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

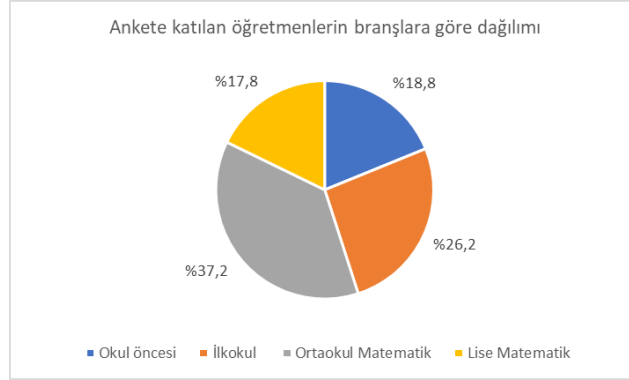
Kastamonu ilinde görev yapan okulöncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenleri ile ilgili demografik bilgiler, öğretmenlerin matematik öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları, öğretmenlerin biçimlendirici değerlendirme araçlarını kullanım durumları, belirlenen sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin matematik öğretiminde kullanım sıklıklarının branşlara göre dağılımı, matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşler, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımını öğretmenlere ve velilere tavsiye etme durumu incelenmiş ve bulgular bu bölümde sunulmuştur.

4.1 Araştırmanın Demografik Verilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırma kapsamında toplanan demografik verilere ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bu kapsamda, araştırmaya katılan 191 öğretmenin branş, cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve meslekteki kıdemlerine ilişkin bulgular tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

Tablo 4.1 Öğretmenlerin branşlara göre dağılımı.

Branş	Frekans(n)	Yüzde (%)
Okul öncesi	36	18,8
İlkokul	50	26,2
Ortaokul Matematik	71	37,2
Lise Matematik	34	17,8
Toplam	191	100



Grafik 4.1 Ankete katılan öğretmenlerin branşlara göre dağılımı

Ankete katılan öğretmenlerin branşlara göre frekans ve yüzde dağılımları Tablo...da ve Grafik 4.1’de gösterilmiştir. Tablo ve grafikteki veriler incelendiğinde anketi cevaplandıran öğretmenlerin %37,2’sinin ortaokul matematik öğretmeni, %26,2’inin ilkokul öğretmeni, %18,8’inin okulöncesi öğretmeni ve %17,8’inin lise matematik öğretmeni olduğu görülmüştür.

Tablo 4.2 Öğretmenlerin demografik özellikleri.

Demografik Özellikler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Kadın	134	70,2
Erkek	57	29,8
Eğitim Durumu		
Lisans	157	82,2
Yüksek Lisans	32	16,8
Doktora	2	1
Yaş		
22-29	35	18,3
30-39	77	40,3
40-49	62	32,5
50 ve üzeri	17	8,9
Meslekteki kıdem		
0-5	34	17,8
6-10	41	21,5
11-15	38	19,9
16-20	31	16,2
21 ve üzeri	47	24,6

Ankete katılan öğretmenlerin %70,2'si kadın, %29,8'i erkek öğretmenlerden oluşmaktadır. Cinsiyet dağılımına bakıldığında ankete katılan öğretmenlerin yarısından fazlasının kadın öğretmen olduğu görülmektedir.

Eğitim durumu açısından öğretmen dağılımları göz önüne alındığında ankete katılan öğretmenlerin %82,2'si lisans, %16,8'i yüksek lisans ve %1'i doktora diplomasına sahiptir. Araştırmanın örnekleminin büyük bir çoğunluğunu lisans mezunu öğretmenlerin oluşturduğu görülmektedir.

Ankete katılan öğretmenlerin %40,3'ü 30-39 ve %32,5'i 40-49 yaş aralığında yer almaktadır. Onları takiben %18,3'ü 22-29 yaş ve %8,9'u 50 ve üzeri yaş aralığında olduğu görülmektedir.

Ankete katılan öğretmenlerin meslekte görev yaptıkları yıl dağılımı incelendiğinde en fazla %24,6 oranıyla 21 ve üzeri yıl sonra %21,5 oranıyla 6-10 yıl arası, %19,9 oranıyla 11-15 yıl arası, %17,8 oranıyla 0-5 yıl arası ve en az %16,2 oranıyla 16-20 yıl arası olduğu belirlenmiştir. Kıdem dağılımındaki yüzdelik oranlar göz önüne alındığında ankete katılan öğretmenlerin öğretmenlik yaptıkları yılların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Böylece araştırmaya katılan öğretmenlerin meslekte kıdeme göre eşit bir dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

4.2 Öğretmenlerin Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde öğretmenlerin, matematik öğretim programında yer alan öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyonları kullanma durumları ile ilgili tablo ve grafikler verilmiştir.

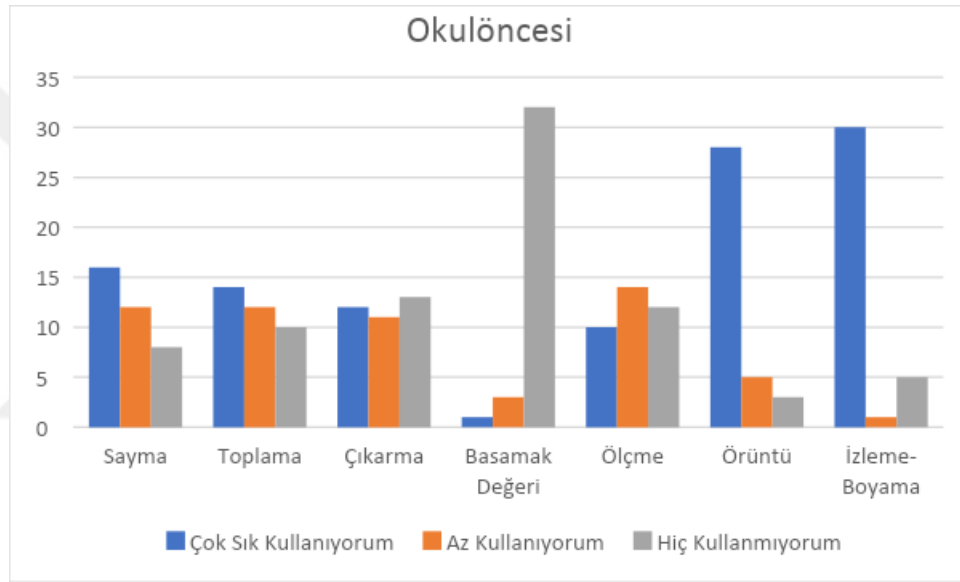
Okulöncesi öğretmenlerinin sayma, toplama, çıkarma, ölçme, örüntü ve izleme-boyama öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları incelenmiştir.

İlkokul öğretmenlerinin sayılar ve işlemler, geometri, ölçme ve veri işleme öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin veriler incelenmiştir.

Ortaokul matematik öğretmenlerinin sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme, veri işleme ve olasılık öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanım sıklıklarına ilişkin veriler incelenmiştir.

Lise matematik öğretmenlerinin sayılar ve cebir, geometri ve veri, sayma ve olasılık öğrenme alanlarındaki sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı araştırılmıştır.

4.2.1 Okulöncesi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumları



Grafik 4.2 Okulöncesi Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

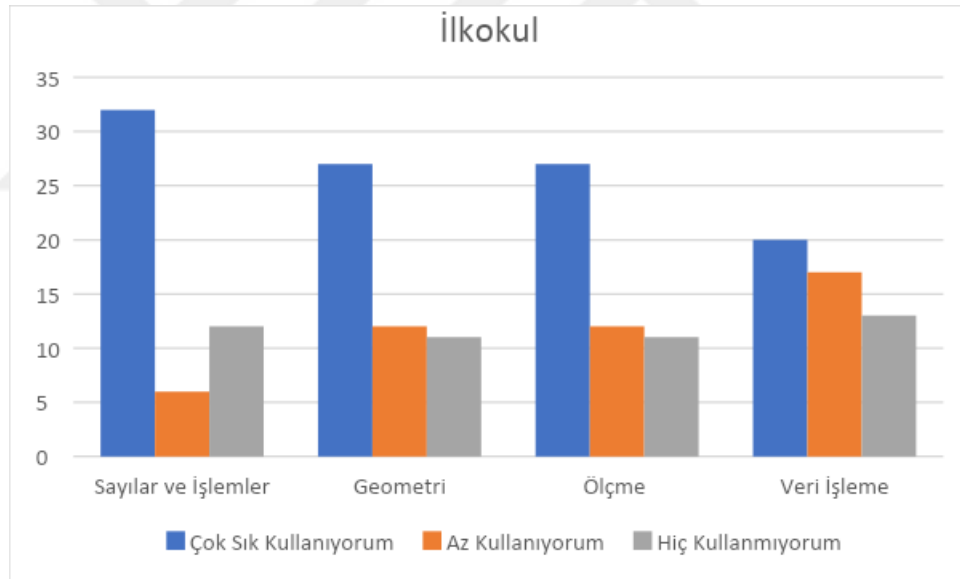
Tablo 4.3 Okulöncesi Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Okulöncesi	Sayma		Toplama		Çıkarma		Basamak Değeri		Ölçme		Örüntü		İzleme-Boyama	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Çok Sık Kullanıyorum	16	44,44	14	38,89	12	33,33	1	2,78	10	27,78	28	77,78	30	83,33
Az Kullanıyorum	12	33,33	12	33,79	11	30,56	3	8,33	14	38,89	5	13,39	1	2,78
Hiç Kullanmıyorum	8	22,22	10	27,78	13	36,11	32	88,89	12	33,33	3	8,33	5	13,89

Okul Öncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminde öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları Grafik 4.2 ve Tablo 4.3’de

gösterilmiştir. Ankete katılan okul öncesi öğretmenleri sanal manipülatif ve simülasyonları, “sayma (%44,44)”, “toplama (%38,89)”, “çıkarma (%33,33)”, “örüntü (77,78)” ve “izleme-boyama (%83,33)” alanlarında çok sık kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ancak “basamak değeri (%88,89)” öğrenme alanında hiç sanal manipülatif ve simülasyon kullanmadıklarını, “ölçme (%38,89)” alanında ise az kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu verilerin ışığında en göze çarpan bulgu ankete katılan okul öncesi öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğunun izleme-boyama alanında sanal manipülatif ve simülasyon kullanmayı tercih ettiği ancak basamak değeri öğretiminde %88,89’u sanal manipülatif ve simülasyon hiç kullanmadıklarını belirtmeleri olmuştur.

4.2.2 İlkokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumları



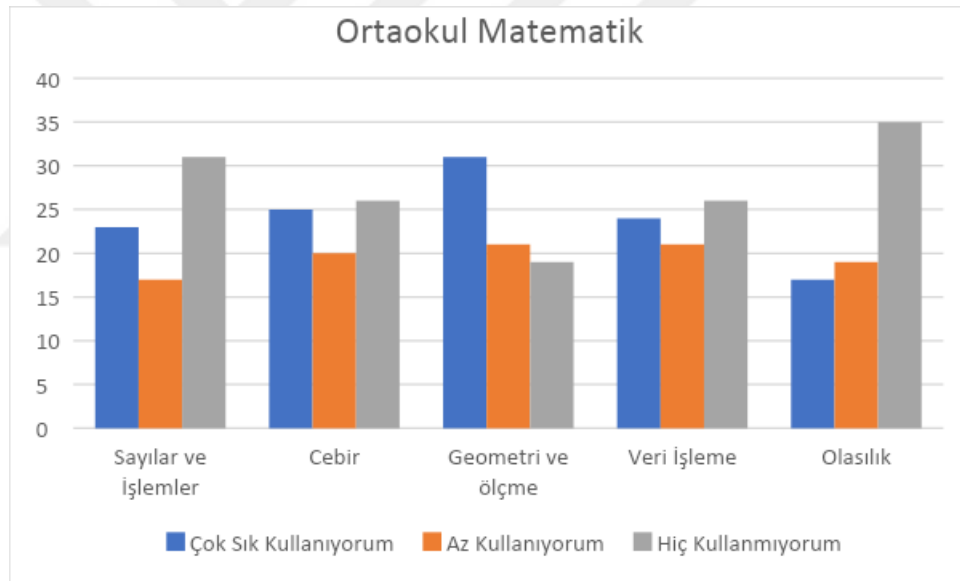
Grafik 4.3 İlkokul Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Tablo 4.4 İlkokul Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

İLKOKUL	Sayılar ve İşlemler		Geometri		Ölçme		Veri İşleme	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Çok Sık Kullanıyorum	32	64	27	54	27	54	20	40
Az Kullanıyorum	6	12	12	24	12	24	17	34
Hiç Kullanmıyorum	12	24	11	22	11	22	13	26

İlkokul öğretmenlerinin matematik öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanma oranları Grafik 4.3 ve Tablo 4.4’de gösterilmiştir. Ankete katılan sınıf öğretmenlerinin “sayılar ve işlemler” alanında %64’ü, “veri işleme” alanında %40’ı, “geometri” ve “Ölçme” alanlarında ise %54’ü sanal manipülatif ve simülasyonları çok sık kullandıklarını dile getirmişlerdir. Bu oranlar ankete katılan sınıf öğretmenlerinin matematik dersinin tüm öğrenme alanlarında sanal manipülatifleri kullanmayı tercih ettiklerini göstermektedir. Ayrıca sayılar ve işlemler alanında sanal manipülatif kullanımının en fazla olduğu onu takiben geometri ve ölçme alanları en az ise veri işleme öğrenme alanı olduğu görülmektedir.

4.2.3 Ortaokul Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumları



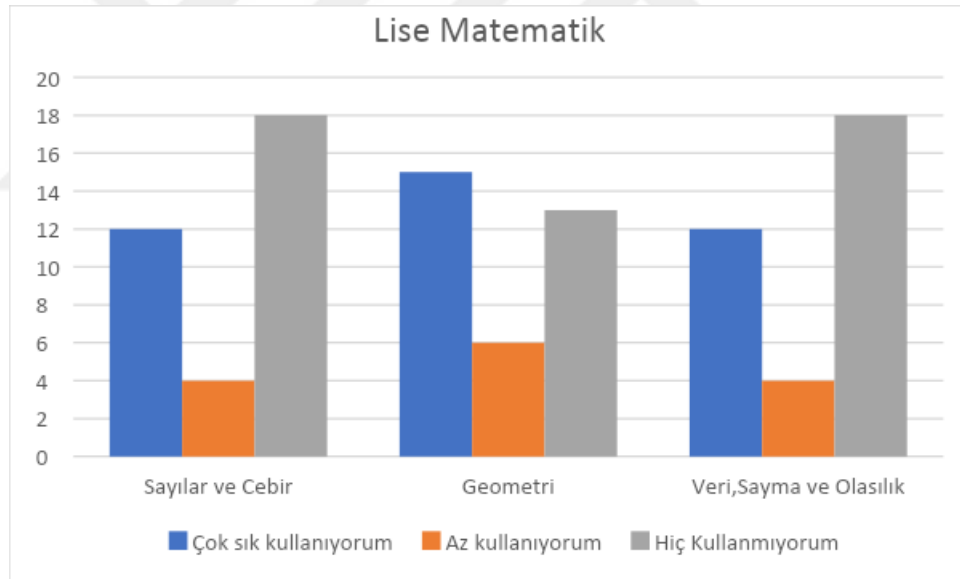
Grafik 4.4 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Tablo 4.5 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Ortaokul Matematik	Sayılar ve İşlemler		Cebir		Geometri ve Ölçme		Veri İşleme		Olasılık	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Çok Sık Kullanıyorum	23	32,39	25	35,21	31	43,66	24	33,80	17	23,94
Az Kullanıyorum	17	23,94	20	28,17	21	29,58	21	29,58	19	26,76
Hiç Kullanmıyorum	31	43,66	26	36,62	19	26,76	26	36,62	35	49,30

Ortaokul Matematik öğretmenlerinin matematik dersi öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları Grafik 4.4 ve Tablo 4.5’de gösterilmiştir. Ankete katılan ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonları “sayılar ve işlemler (%43,66)”, “cebiri (%36,62)”, “veri işleme (%36,62)” ve “olasılık (%49,30)” öğrenme alanlarında çoğunlukla hiç kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Ancak öğretmenlerin %43,66’sı “geometri ve ölçme” öğrenme alanında sanal manipülatif ve simülasyonları çok sık kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu veriler ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretim programında yer alan 5 öğrenme alanından 4’ünde sanal manipülatif ve simülasyon kullanmayı tercih etmediklerini göstermektedir.

4.3 Lise Matematik Dersi Öğrenme Alanlarına Göre Öğretmenlerin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumları



Grafik 4.5 Lise Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Tablo 4.6 Lise Matematik Öğretmenlerinin öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları

Lise Matematik	Sayılar ve Cebir		Geometri		Veri, Sayma ve Olasılık	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Çok Sık Kullanıyorum	12	35,29	15	44,12	12	35,29
Az Kullanıyorum	4	11,76	6	17,65	4	11,76
Hiç Kullanmıyorum	18	52,94	13	38,24	18	52,94

Lise Matematik öğretmenlerinin matematik dersi öğrenme alanlarına göre sanal manipülatif ve simülasyon kullanma durumları Grafik 4.5 ve Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Ankete katılan lise matematik öğretmenlerinin yarısından fazlası “sayılar ve cebir (%52,94)” öğrenme alanı ile “veri, sayma ve olasılık (%52,94)” öğrenme alanında sanal manipülatif ve simülasyonları hiç kullanmadıkları görülmüştür. Ancak öğretmenlerin %44,12’si geometri öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonları kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu verilerin ışığında lise matematik öğretim programında yer alan 3 öğrenme alanından 2’sinde öğretmenlerin sanal manipülatif ve simülasyon kullanmadıkları bulgusuna erişilmiştir.

4.4 Öğretmenlerin Biçimlendirici Değerlendirme Araçlarını Kullanım Durumlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde öğretmenlerin matematik öğretiminde kullanabileceği Web 2.0 araçları yani kullanıcıların web tabanlı uygulamaları kullanarak içerik oluşturmaya, ekleme, değiştirme ve paylaşım yapabilmesine izin veren teknolojik araçlar içerisinde biçimlendirici değerlendirme araçlarının kullanımına ilişkin veriler incelenmektedir.

Tablo 4.7 Ankete katılan öğretmenlerin Web 2.0 araçlarının kullanımı

Biçimlendirici Değerlendirme Araçları	Hiç Kullanmıyorum		Az Kullanıyorum		Çok Sık Kullanıyorum	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Animasyon oluşturma (powtoon, moovly, animatron, GoAnimate (VYond), vb.)	168	88	17	8,9	6	3,1
Video Oluşturma ve Düzenleme Araçları (animasyon, kizoa, kapwing Movavi, vb.)	145	75,9	23	12,0	23	12,0
Etkileşimli Malzeme Hazırlama (oyun alanı, Edpuzzle, fet)	138	72,3	32	16,8	21	11,0
Bulmaca ve Bilgi Kartı Hazırlama (Quizlet, Bulmaca laboratuvarları, yapboz gezegeni, vb.)	139	72,8	33	17,3	19	9,9

Tablo 4.7'nin devamı

Bicimlendirici Değerlendirme Araçları	Hiç Kullanmıyorum		Az Kullanıyorum		Çok Sık Kullanıyorum	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Eğitici Oyun Hazırlama (aksiyona bağlı, eğitici oyun, Amaç Oyunlar, Kelime duvarı vb.)	142	74,3	30	15,7	19	9,9
İşbirliğine Dayyalı Çalışmayı Destekleyen Araçlar (Mentimetre, Padlet, Google Belgeleri, Nearpod vb.)	138	72,3	29	15,2	24	12,6
Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları Aurasma (HP Gösterimi), Blippar, Google Expeditions, Quiver Eğitimi vb.)	155	81,2	18	9,4	18	9,4
Kavram Haritası oluşturma Araçları (akıl hocası, kabarcık, miropoppet vb.)	149	78	20	10,5	22	11,5
Çevrimiçi Test Hazırlama (kahoot, Quizlet, bilgi yarışması, sokratik vb.)	129	67,7	29	15,2	33	17,3
Sanal Sınıf oluşturma (Google Sınıfı, Edmodo, parmak arası ızgara vb)	157	82,2	18	9,4	16	8,4
Video Konferans ve Eşzamanlı Ders (yakınlaştır, Cisco Webex, Google Hangouts, Microsoft Ekipleri Math Interactives vb.)	148	77,5	23	12	20	10,5
Web Sitesi ve E-Portfolyo oluşturma (Blogger, Wordpress, Orta, Google Siteleri vb.)	155	81,2	20	10,5	16	8,4
Anket oluşturma (Google Formlar, Anket maymun, maymun, So Go Survey vb)	146	76,4	25	13,1	20	10,5
Kelime Bulutu oluşturma (Kelimsanatı, kelime bulutları, cevap bahçesi, kelime çıktısı vb.)	161	84,3	14	7,3	16	8,4

Tablo 4.7'nin devamı

Biçimlendirici Değerlendirme Araçları	Hiç Kullanmıyorum		Az Kullanıyorum		Çok Sık Kullanıyorum	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Dijital Hikaye ve Dergi Hazırlama (hikaye atlamacı, hikaye kuşu, Toontastic, Penzu vb.)	170	89	8	4,2	13	6,8
Poster Hazırlama (canva, günlükçü, kolayca, Postermymwall vb.)	139	72,8	21	11	31	16,2
Avatar oluşturma (Mojipop, Moment Cam, gevezelik vb)	175	91,6	11	5,8	5	2,6
STEM Araçları (Bilim Dergisi, Go-Lab, Öğrenme Efsaneleri, kod, Kaşımak vb.)	164	85,9	22	11,5	5	2,6
Yabancı Dil Araçları Araçları (Duolingo, Busuu, sesli ekran, Speechyard, şarkı sözü vb.)	159	83,2	18	9,4	14	7,3
Akademik İçeriklere Ulaşma (Google bilgini, Elsevier-tr, bilim merkezi, Mendeley, Zotero, Araştırma kapısı vb)	161	84,3	19	9,9	11	5,8
Alternatif Uygulamalar,Google Keep, esprili çizgi romanlar, camtasia vb)	163	85,3	15	7,9	13	6,8
Matematik öğretiminde Alternatif Uygulamalar Kaşımak, Desmos Harika, Ücretsiz Matematik	134	70,2	26	13,6	31	16,2

Tablo 4.7’de ankete katılan okulöncesi, ilkökul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin dijital iletişim araçlarının (web 2.0) biçimlendirici değerlendirme aracı olarak matematik öğretiminde kullanma oranları gösterilmektedir. Biçimlendirici değerlendirme araçlarını tek tek değerlendirdiğimizde öğretmenlerin %70’inden fazlası tüm araçlar için hiç kullanmadıklarını söylemişlerdir. Bu araçlar içerisinde karşılaştırma yapıldığında “çevrimiçi test hazırlama (%17,3)” aracının diğer dijital iletişim araçlarına göre daha fazla kullanıldığı söylenebilmektedir. Onu takiben “Matematik Öğretiminde Uygulamalar (%16,2)” ve “poster hazırlama (%16,2)”

araçlarının geldiği görülmektedir. Araştırmanın en ilgi çekici bulgularından biri ankete katılan öğretmenlerin çok büyük bir çoğunluğunun hiçbir biçimlendirici değerlendirme aracını matematik öğretiminde kullanmadıklarını belirtmeleri olmuştur.

4.4.1 Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerinin Branşlara Göre Kullanım Sıklığı

Bu bölümde ankette yer alan sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenleri tarafından matematik öğretiminde kullanma durumları arasındaki ilişki incelenmiştir. Ankette yer alan 38 yerli ve yabancı sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin branşlara göre kullanım durumları arasındaki ilişkiyi incelemek için Chi-Square analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda beklenen değere göre Pearson Chi-Square ve Fisher's Exact testi uygulanmış ve testler sonucunda p değeri 0,05'in altında bulunan 8 tane sanal manipülatif ve simülasyon sitesinde anlamlı ilişki saptanmış ve ilgili sitelerin tablolarına bu kısımda yer verilmiştir.

Tablo 4.8 Öğretmenlerin EBA sitesi kullanım durumları

		Hiç	Az	Çok sık	Toplam	
		Kullanmıyorum	Kullanıyorum	Kullanıyorum		
Branşınız	İlkokul Öğretmeni	N	14	16	20	50
		Branşa Göre Yüzde (%)	28,0	32,0	40,0	100,0
		F (%)	26,4	30,2	23,5	26,2
	Lise Matematik Öğretmeni	N	11	10	13	34
		Branşa Göre Yüzde (%)	32,4	29,4	38,2	100,0
		F (%)	20,8	18,9	15,3	17,8
	Okul öncesi Öğretmeni	N	20	8	8	36
		Branşa Göre Yüzde (%)	55,6	22,2	22,2	100,0
		F (%)	37,7	15,1	9,4	18,8
	Ortaokul Matematik Öğretmeni	N	8	19	44	71
		Branşa Göre Yüzde (%)	11,3	26,8	62,0	100,0
		F (%)	15,1	35,8	51,8	37,2
Toplam	N	53	53	85	191	
	Branşa Göre Yüzde (%)	27,7	27,7	44,5	100,0	
	F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	

Tablo 4.9 EBA sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	27,436 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	27,587	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	26,999			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 0 (%0). Minimum beklenen değer 9,43.

EBA (Eğitim Bilişim Ağı) platformunun matematik öğretiminde kullanılmasının branşlara göre dağılımı Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den küçük olduğu için Pearson Chi Square testi uygulanmış ve $p^a=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile EBA sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. EBA'yı çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ortaokul matematik öğretmenleri (%51,8), en az yüzdeye sahip olan branşın ise okul öncesi öğretmenlerinden (%9,4) oluştuğu görülmüştür.

Tablo 4.10 Öğretmenlerin Geogebra sitesi kullanım durumları

		GeoGebra			Toplam	
		Hiç	Az	Çok sık		
		Kullanmıyorum	Kullanıyorum	Kullanıyorum		
Branşınız	İlkokul Öğretmeni	N	45	4	1	50
		Branşa Göre Yüzde (%)	90,0	8,0	2,0	100,0
		F (%)	33,8	15,4	3,1	26,2
	Lise Matematik Öğretmeni	N	12	9	13	34
		Branşa Göre Yüzde (%)	35,3	26,5	38,2	100,0
		F (%)	9,0	34,6	40,6	17,8
	Okul öncesi Öğretmeni	N	33	3	0	36
		Branşa Göre Yüzde (%)	91,7	8,3	0,0	100,0
		F (%)	24,8	11,5	0,0	18,8
	Ortaokul Matematik Öğretmeni	N	43	10	18	71
		Branşa Göre Yüzde (%)	60,6	14,1	25,4	100,0
		F (%)	32,3	38,5	56,3	37,2
Toplam	N	133	26	32	191	
	Branşa Göre Yüzde (%)	69,6	13,6	16,8	100,0	
	F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	

Tablo 4.11 Geogebra sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	43,145 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	50,495	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	45,679			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 2 (%16,7). Minimum beklenen değer 4,63

GeoGebra geometri, cebir ve analiz konularını birleştiren dinamik matematik yazılımının matematik derslerinde kullanımına yönelik kullanımının branşlara göre dağılımı Tablo 4.11'de gösterilmiştir. Branşlar ve Geogebra sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.11'de gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den küçük olduğu için Pearson Chi Square testi uygulanmış ve $p^a=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Geogebra sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Geogebra'yı çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ortaokul matematik öğretmenleri (%56,3) olduğu görülmüştür. Okul öncesi öğretmenlerinin ise hiçbiri Geogebra sitesini çok sık kullandığını ifade etmemişlerdir.

Tablo 4.12 Öğretmenlerin Matific sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyor	Az kullanıyorum	Çok sık kullanıyorum	Toplam	
Branşınız	İlkokul öğretmeni	N 16	12	22	50	
		Branşa Göre Yüzde (%)	32,0	24,0	44,0	100,0
		F (%)	14,4	40,0	44,0	26,2
	Lise Matematik öğretmeni	N 32	1	1	34	
		Branşa Göre Yüzde (%)	94,1	2,9	2,9	100,0
		F (%)	28,8	3,3	2,0	17,8
	Okul öncesi öğretmeni	N 23	6	7	36	
		Branşa Göre Yüzde (%)	63,9	16,7	19,4	100,0
		F (%)	20,7	20,0	14,0	18,8
	Ortaokul Matematik öğretmeni	N 40	11	20	71	
		Branşa Göre Yüzde (%)	56,3	15,5	28,2	100,0
		F (%)	36,0	36,7	40,0	37,2
Total		N 111	30	50	191	
		Branşa Göre Yüzde (%)	58,1%	15,7	26,2	100,0
		F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablo 4.13 Matific sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	33,247 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	38,113	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	35,389			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 0 (%0). Minimum beklenen değer 5,34.

Matific ilkökul öğrencilerine yönelik çok dil desteği ile eğitim uzmanları tarafından tasarlanmıştır. Bu sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin matematik öğretiminde kullanımının branşlara göre dağılımı Tablo 4.12'de gösterilmiştir. Branşlar ve Matific sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.13'te gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den küçük olduğu için Pearson Chi Square testi uygulanmış ve $p^a=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Matific sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Matific sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ilkökul öğretmenleri (%44), en az yüzdeye sahip olan branşın ise lise matematik öğretmenleri (%2) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.14 Öğretmenlerin Dersekranda sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyor	Az kullanıyorum	Çok sık kullanıyorum	Toplam		
Branşınız	İlkokul öğretmeni	N	32	7	11	50	
		Branşa Göre Yüzde (%)	64,0	14,0	22,0	100,0	
		F (%)	19,3	58,3	84,6	26,2	
	Lise	N	33	1	0	34	
		Matematik öğretmeni	Branşa Göre Yüzde (%)	97,1	2,9	0,0	100,0
			F (%)	19,9	8,3	0,0	17,8
	Okul öncesi öğretmeni	N	34	1	1	36	
		Branşa Göre Yüzde (%)	94,4	2,8	2,8	100,0	
		F (%)	20,5	8,3	7,7	18,8	
	Ortaokul Matematik öğretmeni	N	67	3	1	71	
		Branşa Göre Yüzde (%)	94,4	4,2	1,4	100,0	
		F (%)	40,4	25,0	7,7	37,2	
Toplam	N	166	12	13	191		
	Branşa Göre Yüzde (%)	86,9	6,3	6,8	100,0		
	F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0		

Tablo 4.15 Dersekranda sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	33,808 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	30,939	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	26,482			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 8 (%66,7). Minimum beklenen değer 2,14

Dersekranda sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin matematik öğretiminde kullanılmasının branşlara göre dağılımı Tablo 4.14'de gösterilmiştir. Branşlar ve Dersekranda sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den büyük olduğu için Fisher's Exact testi uygulanmış ve $p=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Dersekranda sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Dersekranda sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ilkökul öğretmenlerinin (%84,6) olduğu görülmektedir. Ancak lise matematik öğretmenlerinin hiçbiri bu siteyi matematik öğretiminde çok sık kullandıklarını ifade etmemişlerdir.

Tablo 4.16 Öğretmenlerin Ders Oyunları sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyorum	Az Kullanıyorum	Çok sık Kullanıyorum	Toplam	
Branşınız	İlkokul Öğretmeni	N	29	10	11	50
		Branşa Göre Yüzde(%)	58,0	20,0	22,0	100,0
		F (%)	20,0	38,5	55,0	26,2
	Lise Matematik Öğretmeni	N	31	3	0	34
		Branşa Göre Yüzde(%)	91,2	8,8	0,0	100,0
		F (%)	21,4	11,5	0,0	17,8
	Okul öncesi Öğretmeni	N	30	4	2	36
		Branşa Göre Yüzde(%)	83,3	11,1	5,6	100,0
		F (%)	20,7	15,4	10,0	18,8%
	Ortaokul Matematik Öğretmeni	N	55	9	7	71
		Branşa Göre Yüzde(%)	77,5	12,7	9,9	100,0
		F (%)	37,9	34,6	35,0	37,2
Toplam	N	145	26	20	191	
	Branşa Göre Yüzde(%)	75,9%	13,6	10,5	100,0	
	F (%)	100,0%	100,0	100,0	100,0	

Tablo 4.17 Ders oyunları sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	16,486 ^a	6	0,011	0,011
Likelihood Ratio	18,698	6	0,005	0,007
Fisher's Exact Test	15,586			0,012
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 4 (%33,3). Minimum beklenen değer 3,56

Ders Oyunları, çocukların eğitici, öğretici ve bilgilendirici oyunlarla hem derslere hem de yetişkinliğe hazırlamayı amaçlayan sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin kullanımının branşlara göre dağılımı Tablo 4.16'da gösterilmiştir. Branşlar ve Ders oyunları sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.17'de gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den büyük olduğu için Fisher's Exact testi uygulanmış ve $p=0,012<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Ders oyunları sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Ders oyunları sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ilkökul öğretmenlerinin (%55) olduğu görülmektedir. Ancak lise matematik öğretmenlerinin hiçbiri bu siteyi matematik öğretiminde çok sık kullandıklarını ifade etmemişlerdir.

Tablo 4.18 Öğretmenlerin Wordwall sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyorum	Az Kullanıyorum	Çok sık Kullanıyorum	Toplam	
Branşınız	İlkokul Öğretmeni	N	22	7	21	50
		Branşa Göre Yüzde(%)	44,0	14,0	42,0	100,0
		F (%)	20,8	26,9	35,6	26,2
	Lise Öğretmeni	N	31	3	0	34
		Branşa Göre Yüzde(%)	91,2	8,8	0,0	100,0
		F (%)	29,2	11,5	0,0	17,8
	Okul öncesi Öğretmeni	N	14	8	14	36
		Branşa Göre Yüzde(%)	38,9	22,2	38,9	100,0
		F (%)	13,2	30,8	23,7	18,8
Ortaokul Matematik Öğretmeni	N	39	8	24	71	
	Branşa Göre Yüzde(%)	54,9	11,3	33,8	100,0	
	F (%)	36,8	30,8	40,7	37,2	

Tablo 4.18'in devamı

		Hiç Kullanmıyorum	Az Kullanıyorum	Çok sık Kullanıyorum	Toplam
	N	106	26	59	191
Toplam	Branşa Göre Yüzde(%)	55,5	13,6	30,9	100,0
	F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablo 4.19 Wordwall sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	27,050 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	36,091	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	32,475			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 2 (%16,7). Minimum beklenen değer 4,63

Wordwall tüm sınıf seviyelerinde etkileşimli içeriklerin yer aldığı ve ayrıca kullanıcılara içerik hazırlama imkanı sunan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Wordwall üzerinden etkileşimli içerikleri matematik derslerinde kullanan öğretmenlerin branşlara göre dağılımı Tablo 4.18'de gösterilmiştir. Branşlar ve Wordwall sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.19'da gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den küçük olduğu için Pearson Chi Square testi uygulanmış ve $p^a=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Wordwall sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Wordwall sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ortaokul matematik öğretmenleri (%40,7), en az yüzdeye sahip olan branşın ise lise matematik öğretmenleri (%0) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.20 Öğretmenlerin Mustafa Kabul sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyor	Az kullanıyorum	Çok sık kullanıyorum	Toplam		
Branşınız	İlkokul öğretmeni	N	32	6	12	50	
		Branşa Göre Yüzde (%)	64,0	12,0	24,0	100,0	
		F (%)	20,1	33,3	85,7	26,2	
	Lise	N	33	1	0	34	
		Matematik öğretmeni	Branşa Göre Yüzde (%)	97,1	2,9	0,0	100,0
		F (%)	20,8	5,6	0,0	17,8	
	Okul öncesi öğretmeni	N	30	6	0	36	
		Branşa Göre Yüzde (%)	83,3	16,7	0,0	100,0	
		F (%)	18,9	33,3	0,0	18,8	
	Ortaokul	N	64	5	2	71	
		Matematik öğretmeni	Branşa Göre Yüzde (%)	90,1	7,0	2,8	100,0
		F (%)	40,3	27,8	14,3	37,2	
Toplam	N	159	18	14	191		
	Branşa Göre Yüzde (%)	83,2	9,4	7,3	100,0		
	F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0		

Tablo 4.21 Mustafa Kabul sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	33,769 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	32,694	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	27,021			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 6 (%50). Minimum beklenen değer 2,49.

Mustafa Kabul sitesi ilköğretim öğretmenlerine öğretim kaynağı ve etkileşimli içerikler sunan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. İlkokul öğretmeni Mustafa Kabul tarafından tasarlanan bu sitenin matematik derslerinde kullanımına ilişkin veriler Tablo 4.20'de gösterilmiştir. Branşlar ve Mustafa Kabul sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.21'de gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den büyük olduğu için Fisher's Exact testi uygulanmış ve $p=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Mustafa Kabul sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Mustafa Kabul sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ilköğretim öğretmenlerinin (%85) olduğu görülmektedir. Ancak lise matematik öğretmenleri ve

okul öncesi öğretmenlerinin hiçbiri bu siteyi matematik öğretiminde çok sık kullandıklarını ifade etmemişlerdir.

Tablo 4.22 Öğretmenlerin Morpa Kampüs sitesi kullanım durumları

		Hiç Kullanmıyorum	Az Kullanıyorum	Çok sık Kullanıyorum	Toplam	
Branşınız	İlkokul Öğretmeni	N	16	5	29	50
		Branşa Göre Yüzde(%)	32,0	10,0	58,0	100,0
		F (%)	15,1	13,9	59,2	26,2
	Lise	N	29	4	1	34
	Matematik Öğretmeni	Branşa Göre Yüzde(%)	85,3	11,8	2,9	100,0
		F (%)	27,4	11,1	2,0	17,8
	Okul öncesi	N	31	4	1	36
		Branşa Göre Yüzde(%)	86,1	11,1	2,8	100,0
	Öğretmeni	F (%)	29,2	11,1	2,0	18,8
	Ortaokul	N	30	23	18	71
	Matematik Öğretmeni	Branşa Göre Yüzde(%)	42,3	32,4	25,4	100,0
		F (%)	28,3	63,9	36,7	37,2
Toplam		N	106	36	49	191
		Branşa Göre Yüzde(%)	55,5	18,8	25,7	100,0
		F (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablo 4.23 Morpa Kampüs sitesi Chi- Square testi analizi

Chi-Square Testi				
	N	df	P ^a	P
Pearson Chi-Square	64,349 ^a	6	0,000	0,000
Likelihood Ratio	66,868	6	0,000	0,000
Fisher's Exact Test	62,703			0,000
N of Valid Cases	191			

a. 5'ten küçük değer bulunduran hücre sayısı 0 (%0). Minimum beklenen değer 6,41.

Morpa Kampüs okul öncesinden 8.sınıfa kadar öğretim içeriklerinin sunulduğu öğrencilere ücretli ancak ders içi kullanım için öğretmenlere ücretsiz kullanım hakkı tanınan sanal manipülatif ve simülasyon sitesidir. Morpa Kampüs uygulamasını matematik derslerinde kullanan öğretmenlerin branşlara göre dağılımı Tablo 4.20'de gösterilmiştir. Branşlar ve Morpa kampüs sitesi kullanım durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Chi-Square testi uygulanmış ve verileri Tablo 4.21'de gösterilmiştir. Chi-Square testi sonucunda verilerin beklenen değeri %20'den küçük olduğu için Pearson Chi

Square testi uygulanmış ve $p^a=0,0<0,05$ olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda branşlar ile Morpa kampüs sitesinin kullanım durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ifade edilmektedir. Morpa kampüs sitesini çok sık kullandığını ifade eden öğretmenlerden en fazla yüzdeye sahip olan branşın ilkokul öğretmenleri (%59,2), en az yüzdeye sahip olan branşın ise lise matematik öğretmenleri (%2) ve okul öncesi öğretmenleri (%2) olduğu görülmektedir.

4.4.2 Branşlar ve Kullanım Durumları Arasında Anlamlı İlişki Bulunmayan Sanal Manipülatif ve Simülasyon Siteleri

Branşlar ve kullanım durumları arasında anlamlı ilişki bulunmayan sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin linkleri ise aşağıda verilmiştir:

TEGM Materyal; Matematik EBA; <https://nrich.maths.org/>; Resources To Learn Mathematics | PBS; <http://www.shodor.org/interactivate/>; Math is Fun; Fun Kids Online Math Games; <http://www.math.com>; Learning Apps; En İyi Matematik Oyunları | 150+ Matematik Oyunu | MentalUP ; NZ Maths; Funbrain; National Library of Virtual Manipulatives; IL Classroom (LearnZillion); CODAP; Conceptua Math - Activate Learning; Math Playground; PBS KIDS; GraphSketch; ictgames || html5 Home Page; ABCya; The Math Learning Center; Fuel the Brain; Cool Math; Mr. Nussbaum Math Activities; Polypad – Virtual Manipulatives; MathNook; Topmarks; Illuminations (NCTM); PhET.

4.5 Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına İlişkin Görüşler

Bu bölümde matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımıyla ilgili okulöncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin verilen maddelere “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Az Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevap vermeleri istenmiştir.

4.5.1 Okulöncesi Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular

Tablo 4.24 Okulöncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum f (%)	Az Katılıyorum f (%)	Kesinlikle Katılıyorum f (%)
Konunun içeriğini ve öğrenme hızını bireyselleştirir.	5 (%13,9)	10 (%27,8)	21 (%58,3)
Sınıf yönetimini zorlaştırır.	27 (%75)	6 (%16,7)	3 (%8,3)
Önceden mümkün olmayan şekillerde test etme imkanı sağlayarak yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	6 (%16,7)	9 (%25)	21 (%58,3)
Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar.	4 (%11,1)	8 (%22,2)	24 (%66,7)
Öğrencileri matematik öğrenimine motive ederek hedef odaklı davranışa teşvik eder.	3 (%8,3)	9 (%25)	24 (%66,7)
Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.	2 (%5,6)	9 (%25)	25 (%69,4)
Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında kolaylık sağlar.	5 (%13,9)	6 (%16,7)	25 (%69,4)
Öğrencilerin akran işbirliğine teşvik eder.	8 (%22,2)	13 (%36,1)	15 (%68)
Mevcut öğretim müfredatına uyarlanabilir.	4 (%11,1)	8 (%22,2)	24 (%66,7)
Matematsel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir.	5 (%13,9)	7 (%19,4)	24 (%66,7)
Derslerin öğrenciler tarafından oyun olarak algılanmasına sebep olur.	9 (%25)	7 (%19,4)	20 (%55,6)
Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir.	14 (%38,9)	8 (%22,2)	14 (%38,9)
Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir.	15 (%41,7)	10 (%27,8)	11 (%30,6)
Psikomotor becerileri gelişmesine olumlu katkı sağlamayabilir.	10 (%27,8)	13 (%36,1)	13 (%36,1)
Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katkı sınırlar getirir.	16 (%44,4)	13 (%36,1)	7 (%19,4)
Uzamsal düşünme ve uzamsal becerilerin gelişmesine katkı sağlar.	10 (%27,8)	5 (%13,9)	21 (%58,3)
Öğrencilerin imgelemeyi uzamsal ve görsel bilgileri temsil etme becerisini geliştirir.	6 (%16,7)	8 (%22,2)	22 (%61,1)
Çoklu gösterimler, farklı temsiller arasında derin bir anlayış geliştirmeye yardım eder.	4 (%11,1)	10 (%27,8)	22 (%61,1)

Tablo 4.24'ün devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Öğrencilere ihtiyaç duyduğunda ipuçları vererek ve hataları algıladığında geri bildirim sağlayarak daha verimli öğrenmeyi sağlar.	4 (%11,1)	12 (%33,3)	20 (%55,6)
Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir.	2 (%5,6)	8 (%22,2)	26 (%72,2)
Bir problemi dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmeye katkı sağlar.	1 (%2,8)	13 (%36,1)	22 (%61,1)
Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır.	2 (%5,6)	6 (%16,7)	28 (%77,8)
Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar.	2 (%5,6)	9 (%25)	25 (%69,4)
Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir.	0 (%0)	10 (%27,8)	26 (%72,2)
Yeni bilginin bellekteki bilgiyle ilişkilendirerek öğrenilmesini sağlar.	1 (%2,8)	11 (%30,6)	24 (%66,7)
Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar.	1 (%2,8)	8 (%22,2)	27 (%75)
Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azalmasına katkı sağlar.	2 (%5,6)	9 (%25)	25 (%69,4)
Öğrencilerin öğrenme hızının artmasına katkı sağlar.	2 (%5,6)	9 (%25)	25 (%69,4)
Bilgi aracı olarak öğrenmeyi yapılandırarak destekler ve keşfederek öğrenmeyi sağlar.	4 (%11,1)	8 (%22,2)	24 (%66,7)
Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur.	19 (%52,8)	13 (%36,1)	4 (%11,1)
Öğrencilerini, materyali değiştirerek içeriğe aktif olarak katılmalarını sağlar.	4 (%11,1)	17 (%47,2)	15 (%41,7)
Fatih projesi için gereklidir.	4 (%11,1)	17 (%47,2)	15 (%41,7)
Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir.	1 (%2,8)	9 (%25)	26 (%72,2)
Dersten arta kalan zamanda daha çok oyun ve eğlence amaçlı kullanılır	6 (%16,7)	11 (%30,6)	19 (%52,8)
Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar.	7 (%19,4)	10 (%27,8)	19 (%52,8)
Öğrencileri, kendi öğrenmelerinden sorumlu hale getirir.	3 (%8,3)	14 (%38,9)	19 (%52,8)
Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler.	1 (%2,8)	11 (%30,6)	24 (%66,7)
Öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaya katkı sağlar	5 (%13,9)	11 (%30,6)	20 (%55,9)

Okulöncesi Öğretmenlerinin matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri Tablo 4.24’de gösterilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde okulöncesi öğretmenlerinin derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanmaya yönelik görüşleri içerisinde en fazla uzlaşa sağladıkları görüş sanal manipülatif ve simülasyonların “*Matematik ve bilişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi arttırır (%77,8)*” olmuştur. Ankete katılan okulöncesi öğretmenlerinin %75’i sanal manipülatif ve simülasyonların matematik öğretiminde kullanılmasının “*Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar*” görüşüne katıldıklarını ifade etmişlerdir. Bu görüşü takiben okulöncesi öğretmenlerinin %72,2’si matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “*Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir*”ve “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*” görüşlerine kesinlikle katılıyorum cevabını vermişlerdir. Ayrıca okulöncesi öğretmenleri içerisinde sanal manipülatif ve simülasyonlar “*Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir*” görüşüne katılmayan hiçbir öğretmen olmamıştır. Bu veri araştırmanın ilgi çekici bulguları arasındadır.

Ankette yer alan ters maddeler incelendiğinde okulöncesi öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “Sınıf yönetimini zorlaştırır” görüşüne kesinlikle katılmadığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte ankete katılan okulöncesi öğretmenlerinin %52’si öğretimde sanal manipülatif ve simülasyon kullanılması ile “*Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur*” görüşüne katılmadıklarını belirtmişlerdir.

4.5.2 İlkokul Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular

Tablo 4.25 İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Konunun içeriğini ve öğrenme hızını bireyselleştirir.	5 (%10)	20 (%40)	25 (%50)
Sınıf yönetimini zorlaştırır.	30 (%60)	12 (%24)	8 (%16)

Tablo 4.25'in devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Önceden mümkün olmayan şekillerde test etme imkanı sağlayarak yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	6 (%12)	9 (%18)	35 (%70)
Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar.	5 (%10)	10 (%20)	35 (%70)
Öğrencileri matematik öğrenimine motive ederek hedef odaklı davranışa teşvik eder.	5 (%10)	9 (%18)	36 (%72)
Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.	6 (%12)	7 (%14)	37 (%74)
Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında kolaylık sağlar.	6 (%12)	8 (%16)	36 (%72)
Öğrencilerin akran işbirliğine teşvik eder.	7 (%14)	9 (%18)	34 (%68)
Mevcut öğretim müfredatına uyarlanabilir.	7 (%14)	13 (%26)	30 (%60)
Matematiksel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir.	6 (%12)	9 (%18)	35 (%70)
Derslerin öğrenciler tarafından oyun olarak algılanmasına sebep olur.	10 (%20)	14 (%28)	26 (%52)
Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir.	22 (%44)	16 (%32)	12 (%24)
Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir.	28 (%56)	9 (%18)	13 (%26)
Psikomotor becerileri gelişmesine olumlu katkı sağlamayabilir.	21 (%42)	10 (%20)	19 (%38)
Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katı sınırlar getirir.	29 (%58)	11 (%22)	10 (%20)
Uzamsal düşünme ve uzamsal becerilerin gelişmesine katkı sağlar.	8 (%16)	12 (%24)	30 (%60)
Öğrencilerin imgelemeyi uzamsal ve görsel bilgileri temsil etme becerisini geliştirir.	6 (%12)	13 (%26)	31 (%32)
Çoklu gösterimler, farklı temsiller arasında derin bir anlayış geliştirmeye yardım eder.	9 (%18)	11 (%22)	30 (%60)
Öğrencilere ihtiyaç duyduğunda ipuçları vererek ve hataları algıladığında geri bildirim sağlayarak daha verimli öğrenmeyi sağlar.	4 (%8)	13 (%26)	33 (%66)
Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir.	4 (%8)	12 (%24)	34 (%68)
Bir problemi dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmeye katkı sağlar.	7 (%14)	13 (%26)	30 (%60)

Tablo 4.25'in devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır.	4 (%8)	11 (%22)	35 (%70)
Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar.	4 (%8)	14 (%28)	32 (%64)
Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir.	6 (%12)	8 (%16)	36 (%72)
Yeni bilginin bellekteki bilgiyle ilişkilendirerek öğrenilmesini sağlar.	5 (%10)	9 (%18)	36 (%72)
Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar.	4 (%8)	9 (%18)	37 (%74)
Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azalmasına katkı sağlar.	5 (%10)	12 (%24)	33 (%66)
Öğrencilerin öğrenme hızının artmasına katkı sağlar.	6 (%12)	12 (%24)	32 (%64)
Bilgi aracı olarak öğrenmeyi yapılandırarak destekler ve keşfederek öğrenmeyi sağlar.	6 (%12)	12 (%24)	32 (%64)
Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur.	29 (%58)	10 (%20)	11 (%22)
Öğrencilerini, materyali değiştirerek içeriğe aktif olarak katılmalarını sağlar.	8 (%16)	15 (%30)	26 (%52)
Fatih projesi için gereklidir.	9 (%18)	8 (%16)	33 (%66)
Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir.	6 (%12)	5 (%10)	39 (%78)
Dersten arta kalan zamanda daha çok oyun ve eğlence amaçlı kullanılır	7 (%14)	14 (%28)	29 (%58)
Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar.	4 (%8)	8 (%16)	38 (%76)
Öğrencileri, kendi öğrenmelerinden sorumlu hale getirir.	5 (%10)	12 (%24)	33 (%66)
Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler.	4 (%8)	10 (%20)	36 (%72)
Öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaya katkı sağlar	6 (%12)	10 (%20)	34 (%68)

İlkokul Öğretmenlerinin matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri Tablo 4.25’de gösterilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde ilkökul öğretmenlerinin derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanmaya yönelik görüşleri içerisinde “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*” görüşü ilkökul öğretmenlerinin %78’i tarafından kesinlikle katılıyorum

şeklinde cevaplanmıştır. Öğretmenlerin %76'sı ise sanal manipülatif ve simülasyon kullanılarak işlenen matematik derslerinde “*Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar*” görüşüne kesinlikle katılıyorum demişlerdir. Bu görüşleri takiben ilkökul öğretmenlerinin %74'ü sanal manipülatif ve simülasyonların matematik öğretiminde kullanılmasıyla “*Matematik dersine olan ilginin artacağını*” belirtmişlerdir.

Anket içerisinde yer alan ters maddeler karşılaştırıldığında İlkokul öğretmenlerinin %60'ı sanal manipülatif ve simülasyon kullanarak işlenen derslerde “*Sınıf yönetiminin zorlaşacağı*” görüşüne kesinlikle katılmıyorum yanıtını vermişlerdir. Ayrıca sanal manipülatif ve simülasyonla zenginleştirilmiş derslerde “*Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur (%58)*” ve “*Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katı sınırlar getirir (%58)*” görüşlerine katılmadıklarını ifade etmişlerdir.

4.5.3 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular

Tablo 4.26 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Konunun içeriğini ve öğrenme hızını bireyselleştirir.	7 (%9,9)	37 (%52,1)	27 (%38)
Sınıf yönetimini zorlaştırır.	27 (%38)	25 (%35,2)	19 (%26,8)
Önceden mümkün olmayan şekillerde test etme imkanı sağlayarak yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	7 (%9,9)	23 (%32,4)	41 (%57,7)
Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar.	4 (%5,6)	15 (%21,1)	52 (%73,2)
Öğrencileri matematik öğrenimine motive ederek hedef odaklı davranışa teşvik eder.	4 (%5,6)	18 (%25,4)	49 (%69)
Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.	4 (%5,6)	20 (%28,2)	47 (%66,2)
Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında kolaylık sağlar.	5 (%7)	17 (%23,9)	49 (%69)
Öğrencilerin akran işbirliğine teşvik eder.	14 (%19,7)	22 (%31)	35 (%49,3)
Mevcut öğretim müfredatına uyarlanabilir.	15 (%21,1)	18 (%25,4)	38 (%53,5)

Tablo 4.26'nın devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Matematiksel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir.	4 (%5,6)	17 (%23,9)	50 (%70,4)
Derslerin öğrenciler tarafından oyun olarak algılanmasına sebep olur.	13 (%18,3)	24 (%33,8)	34 (%47,9)
Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir.	30 (%42,3)	13 (%18,3)	28 (%39,4)
Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir.	29 (%40,8)	20 (%28,2)	22 (%31)
Psikomotor becerileri gelişmesine olumlu katkı sağlamayabilir.	24 (%33,8)	23 (%32,4)	24 (%33,8)
Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katı sınırlar getirir.	32 (%45,1)	27 (%38)	12 (%16,9)
Uzamsal düşünme ve uzamsal becerilerin gelişmesine katkı sağlar.	4 (%5,6)	22 (%31)	45 (%63,4)
Öğrencilerin imgelemeyi uzamsal ve görsel bilgileri temsil etme becerisini geliştirir.	5 (%7)	20 (%28,2)	46 (%64,8)
Çoklu gösterimler, farklı temsiller arasında derin bir anlayış geliştirmeye yardım eder.	5 (%7)	23 (%32,4)	43 (%60,6)
Öğrencilere ihtiyaç duyduğunda ipuçları vererek ve hataları algıladığında geri bildirim sağlayarak daha verimli öğrenmeyi sağlar.	4 (%5,6)	24 (%33,8)	43 (%60,6)
Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir.	6 (%8,5)	20 (%28,2)	45 (%63,4)
Bir problemi dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmeye katkı sağlar.	6 (%8,5)	20 (%28,2)	45 (%63,4)
Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır.	3 (%4,2)	17 (%23,9)	51 (%71,8)
Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar.	6 (%8,5)	20 (%28,2)	45 (%63,4)
Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir.	7 (%9,9)	23 (%32,4)	41 (%57,7)
Yeni bilginin bellekteki bilgiyle ilişkilendirerek öğrenilmesini sağlar.	4 (%5,6)	25 (%32,5)	42 (%59,2)

Tablo 4.26'nın devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar.	2 (%2,8)	17 (%23,9)	52 (%73,2)
Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azalmasına katkı sağlar.	4 (%5,6)	23 (%32,4)	44 (%62)
Öğrencilerin öğrenme hızının artmasına katkı sağlar.	6 (%8,5)	26 (%36,6)	39 (%54,9)
Bilgi aracı olarak öğrenmeyi yapılandırarak destekler ve keşfederek öğrenmeyi sağlar.	3 (%4,2)	24 (%33,8)	44 (%62)
Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur.	40 (%56,3)	15 (%21,1)	16 (%22,5)
Öğrencilerini, materyali değiştirerek içeriğe aktif olarak katılmalarını sağlar.	11 (%15,5)	21 (%29,6)	39 (%54,9)
Fatih projesi için gereklidir.	5 (%7)	26 (%36,6)	40 (%56,3)
Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir.	3 (%4,2)	11 (%15,5)	57 (%80,3)
Dersten arta kalan zamanda daha çok oyun ve eğlence amaçlı kullanılır	17 (%23,9)	22 (%31)	32 (%45,1)
Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar.	4 (%5,6)	12 (%16,9)	55 (%77,5)
Öğrencileri, kendi öğrenmelerinden sorumlu hale getirir.	13 (%18,3)	22 (%31)	36 (%50,7)
Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler.	8 (%11,3)	21 (%29,6)	42 (%59,2)
Öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaya katkı sağlar	5 (%7)	18 (%25,4)	48 (%67,6)

Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri Tablo 4.26'da gösterilmiştir. Tabloda yer alan görüşler ve veriler incelendiğinde ortaokul matematik öğretmenlerinin %80,3'ü matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*” görüşüne kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir. Bu görüşün ilkökul öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu tarafından da belirtilmiş olması araştırmanın bulguları açısından önemlidir. Ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşleri içerisinde öne çıkan diğer görüşler ise, sanal manipülatif ve simülasyonlar “*Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar (%77,5)*”, “*Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar (%73,2)*”, “*Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar (%73,2)*”,

“Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi arttırır (%71,8)” ve “Matematiksel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir (%70,4)” şeklinde olduğu görülmüştür.

Ankette yer alan ters maddeler incelendiğinde ortaokul matematik öğretmenlerinin %56,3’ü sanal manipülatif ve simülasyonların matematik öğretiminde kullanılması “Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur” görüşüne kesinlikle katılmadıklarını dile getirmişlerdir. Bu görüşü takiben matematik derslerinde kullanılan sanal manipülatif ve simülasyonlar “Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katı sınırlar getirir (%45,1)”, “Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir (%42,3)” ve “Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir (%40,8)” görüşlerine de kesinlikle katılmadıklarını ifade etmişlerdir.

4.5.4 Lise Matematik Öğretmenlerinin Görüşlerine Ait Bulgular

Tablo 4.27 Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına yönelik Görüşleri

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Konunun içeriğini ve öğrenme hızını bireyselleştirir.	7 (%20,6)	9 (%26,5)	18 (%52,9)
Sınıf yönetimini zorlaştırır.	17 (%50)	12 (%35,3)	5 (%14,7)
Önceden mümkün olmayan şekillerde test etme imkanı sağlayarak yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	5 (%14,7)	9 (%26,5)	20 (%58,8)
Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar.	4 (%11,8)	6 (%17,6)	24 (%70,6)
Öğrencileri matematik öğrenimine motive ederek hedef odaklı davranışa teşvik eder.	6 (%17,6)	8 (%23,5)	20 (%58,8)
Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.	5 (%14,7)	6 (%17,6)	23 (%67,6)
Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında kolaylık sağlar.	4 (%11,8)	12 (%35,3)	18 (%52,9)
Öğrencilerin akran işbirliğine teşvik eder.	4 (%11,8)	12 (%35,3)	18 (%52,9)
Mevcut öğretim müfredatına uyarlanabilir.	12 (%35,3)	8 (%23,5)	14 (%41,2)

Tablo 4.27'nin devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Matematiksel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir.	5 (%14,7)	13 (%38,2)	16 (%47,1)
Derslerin öğrenciler tarafından oyun olarak algılanmasına sebep olur.	5 (%14,7)	18 (%52,9)	11 (%32,4)
Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir.	12 (%35,3)	13 (%38,2)	9 (%26,5)
Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir.	12 (%35,3)	13 (%38,2)	9 (%26,5)
Psikomotor becerileri gelişmesine olumlu katkı sağlamayabilir.	11 (%32,4)	11 (%32,4)	12 (%35,3)
Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katı sınırlar getirir.	16 (%47,1)	14 (%41,2)	4 (%11,8)
Uzamsal düşünme ve uzamsal becerilerin gelişmesine katkı sağlar.	5 (%14,7)	12 (%35,3)	17 (%50)
Öğrencilerin imgelemeyi uzamsal ve görsel bilgileri temsil etme becerisini geliştirir.	4 (%11,8)	11 (%32,4)	19 (%55,9)
Çoklu gösterimler, farklı temsiller arasında derin bir anlayış geliştirmeye yardım eder.	6 (%17,6)	12 (%35,3)	16 (%47,1)
Öğrencilere ihtiyaç duyduğunda ipuçları vererek ve hataları algıladığında geri bildirim sağlayarak daha verimli öğrenmeyi sağlar.	3 (%8,8)	13 (%38,2)	18 (%52,9)
Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir.	2 (%5,9)	12 (%35,3)	20 (%58,8)
Bir problemi dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmeye katkı sağlar.	6 (%17,6)	9 (%26,5)	19 (%55,9)
Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır.	3 (%8,8)	7 (%20,6)	24 (%70,6)
Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar.	5 (%14,7)	7 (%20,6)	22 (%64,7)
Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir.	4 (%11,8)	10 (%29,4)	20 (%58,8)
Yeni bilginin bellekteki bilgiyle ilişkilendirerek öğrenilmesini sağlar.	4 (%11,8)	10 (%29,4)	20 (%58,8)

Tablo 4.27'nin devamı

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Az Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	f (%)	f (%)	f (%)
Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar.	1 (%2,9)	9 (%26,5)	24 (%70,6)
Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azalmasına katkı sağlar.	4 (%11,8)	10 (%29,4)	20 (%58,8)
Öğrencilerin öğrenme hızının artmasına katkı sağlar.	6 (%17,6)	9 (%26,5)	19 (%55,9)
Bilgi aracı olarak öğrenmeyi yapılandırarak destekler ve keşfederek öğrenmeyi sağlar.	4 (%11,8)	11 (%32,4)	19 (%55,9)
Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur.	16 (%47,1)	11 (%32,4)	7 (%20,6)
Öğrencilerini, materyali değiştirerek içeriğe aktif olarak katılmalarını sağlar.	5 (%14,7)	14 (%41,2)	15 (%44,1)
Fatih projesi için gereklidir.	9 (%26,5)	14 (%41,2)	11 (%32,4)
Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir.	2 (%5,9)	9 (%26,5)	23 (%67,6)
Dersten arta kalan zamanda daha çok oyun ve eğlence amaçlı kullanılır.	8 (%23,5)	15 (%44,1)	11 (%32,4)
Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar.	1 (%2,9)	12 (%35,3)	21 (%61,8)
Öğrencileri, kendi öğrenmelerinden sorumlu hale getirir.	6 (%17,6)	11 (%32,4)	20 (%58,8)
Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler.	4 (%11,8)	10 (%29,4)	24 (%66,7)
Öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaya katkı sağlar	4 (%11,8)	11 (%32,4)	19 (%55,9)

Lise matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımına ilişkin görüşleri Tablo 4.27'de gösterilmiştir. Tablodan elde edilen veriler incelendiğinde lise matematik öğretmenlerinin %70,6'sı matematik derslerinde kullanılan sanal manipülatif ve simülasyonlar “*Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar*”, “*Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi arttırır*” ve “*Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar*” görüşlerine kesinlikle katılıyorum cevabını vermişlerdir. Bu görüşü takiben ankete katılan öğretmenlerin %67,6'sı sanal manipülatif ve simülasyonların “*Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar*” ve “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*” görüşlerinde uzlaşa sağlamışlardır. Ankete katılan lise matematik öğretmenleri sanal manipülatif ve simülasyonlar “*Hem kavramsal hem de*

işlemsel anlamada öğrencileri destekler (%66,7)” ve “Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar (%64,7)” düşüncelerine katıldıklarını ifade etmişlerdir.

Ankette yer alan ters maddeler incelendiğinde lise matematik öğretmenlerinin %50’si matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı için “*Sınıf yönetimini zorlaştırır*” görüşüne kesinlikle katılmadıklarını dile getirmişlerdir. Bu veri okulöncesi öğretmenlerinin görüşleri ile eşleşmektedir. Öğretmenlerin %47,1’i ise sanal manipülatif ve simülasyonların “*Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olacağı*” ve “*Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katkı sınırlar getireceği*” düşüncelerine katılmadıklarını ifade etmişlerdir.

4.6 Matematik Öğretiminde Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımını Öğretmenlere ve Velilere Tavsiye Etme Durumu

Öğrencilerinizin sanal manipülatif ve simülasyon kullanması için velilerinizi bilgilendirir ve tavsiye eder misiniz? sorusuna ait veriler Grafik 4.6 da gösterilmiştir. Grafik verileri incelendiğinde, öğretmenlerin %84’ü öğrencilerin sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı hususunda velileri bilgilendirip kullanılmasını tavsiye edeceğini ifade etmişlerdir. Bu veriler öğretmenlerin, ders dışında da öğrencilerin sanal manipülatif ve simülasyonlarla etkileşim halinde olmalarını önerdiğini göstermektedir.



Grafik 4.6 Öğretmenlerin Sanal manipülatif ve simülasyonları velilere tavsiye etme durumu

Öğretmen arkadaşlarınıza sanal manipülatif ve simülasyon kullanmasını tavsiye eder ve bilgilendirir misiniz? sorusuna ait veriler Grafik 4.6’da gösterilmiştir. Grafik verileri incelendiğinde, öğretmenlerin %86’sı öğrencilerin sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı hususunda öğretmen arkadaşlarını bilgilendirip kullanılmasını tavsiye edeceğini ifade etmişlerdir.



Grafik 4.7 Öğretmenlerin Sanal manipülatif ve simülasyonları velilere tavsiye etme durumu

4.7 Öğretmenlerin Bilişim Teknolojileri Alanında Hizmet İçi Eğitim Alma Durumları ve Branşlara Göre Dağılımı

Öğretmenlerin Bilişim Teknolojileri alanında hizmet içi eğitim alma durumları ve branşlara göre farklılaşması Tablo 4.28’de gösterilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde okulöncesi öğretmenlerinin yarısının hizmet içi eğitim aldığı diğer yarısının ise almadığı görülmektedir. İlkokul ve lise matematik öğretmenlerinin yarısından fazlası bilişim teknolojileri alanında hizmet içi eğitime katıldığını ifade ederken, ortaokul matematik öğretmenlerinin %56,3’ü bu alanda herhangi bir hizmet içi eğitime almadıklarını söylemişlerdir. Tüm öğretmenleri genelinde elde edilen veriler ise birbirine çok yakın bulgular oluşturmuştur. Ankete katılan 191 öğretmenin 95 tanesi *Bilişim Teknolojileri alanında hizmet içi eğitim aldınız mı?* sorusuna “evet” cevabını verirken 96 tanesi “Hayır” cevabını vermiştir.

Tablo 4.28 Öğretmenlerin bilişim teknolojileri alanında hizmet içi eğitim alma durumu

Branşlar	Evet		Hayır		Toplam	
	n	f (%)	n	f (%)	n	f (%)
Okulöncesi Öğretmeni	18	50	18	50	36	100
İlkokul Öğretmeni	27	54	23	46	50	100
Ortaokul Matematik Öğretmeni	31	43,7	40	56,3	71	100
Lise Matematik Öğretmeni	19	55,9	15	44,1	34	100
Toplam	95	49,7	96	50,3	191	100

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Araştırmaya katılan 191 öğretmenin %70,2'si kadın, %29,8'i erkektir. Çalışmanın örnekleminin büyük çoğunluğu kadın öğretmenlerden oluşmaktadır. Bu öğretmenlerin branşlara göre dağılımında %37,2'sinin ortaokul matematik öğretmeni, %26,2'sinin ilkokul öğretmeni, %18,8'inin okul öncesi öğretmeni ve %17,8'inin lise matematik öğretmeni olduğu görülmüştür. Ankete katılan öğretmenlerin içerisinde en çok paya sahip olan branş ortaokul matematik öğretmenleri olmuştur. Eğitim durumları açısından dağılım incelendiğinde öğretmenlerin %82,2'si lisans, %16,8'i yüksek lisans ve %1'i doktora mezunu olduğu saptanmıştır. Böylece öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun lisans mezunu olduğuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin yaş değişkenine göre dağılımlarına bakıldığında öğretmenlerin %40,3'ü 30-39 yaş, %32,5'i 40-49 yaş, %18,3'ü 22-29 yaş ve %8,9'u 50 ve üzeri yaş aralığında olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin çoğunluğu 30-39 yaş aralığında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ankete katılan öğretmenlerin meslekte görev yaptıkları yıl dağılımı incelendiğinde en fazla %24,6 oranıyla 21 ve üzeri yıl sonra %21,5 oranıyla 6-10 yıl arası, %19,9 oranıyla 11-15 yıl arası, %17,8 oranıyla 0-5 yıl arası ve en az %16,2 oranıyla 16-20 yıl arası olduğu belirlenmiştir.

5.1 Okulöncesi Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar

5.1.1 Okulöncesi Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar

Okul Öncesi matematik öğrenme alanları sayma, toplama, çıkarma, ölçme, örüntü ve izleme-boyama şeklinde sınıflandırılmıştır. Okul Öncesi öğretmenleri bu öğrenme alanlarına ait matematik kazanımlarında sanal manipülatif ve simülasyonları en fazla “izleme-boyama (%83,33)” alanında kullanırken, “basamak değeri (%88,89)” öğrenme alanında büyük bir çoğunluğu hiç kullanmadığını ifade etmişlerdir. Okul öncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminde sayma, toplama, çıkarma, izleme-boyama ve örüntü öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyonları çok sık, ölçme alanında az ve basamak değeri alanında hiç kullanmadığı sonucu çıkarılmıştır.

Olgun (2001)'un okul öncesi öğretmenleri ile yaptığı çalışmada öğretmenlerin sadece %40'nın bilgisayar destekli eğitim konusunda kendilerini yeterli bulduklarını saptamıştır. Ayrıca Chuang ve Ho (2011)'nin okul öncesi öğretmenlerine yönelik gerçekleştirdiği araştırmada öğretmenlerin teknolojik pedagojik içerik bilgisinin orta düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgular okul öncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminin bazı alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanmadığı sonucu ile örtüşmektedir.

5.1.2 Okul Öncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar

Okul Öncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminde kullandıkları sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanım sıklığını belirlemeye yönelik oluşturulan araştırma sorusunun sonucunda öğretmenlerin en fazla tercih ettikleri sitenin “Wordwall (%38,9)” sitesi olduğu görülmüştür. Daha sonra “MatemaTik (%30,6)” ve “EBA (%22,2)” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ankette yer alan diğer sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin okul öncesi öğretmenleri tarafından kullanım düzeyi %20'nin altında kalmıştır. Bu veriler ışığında okul öncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon sitelerini hiç kullanmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Alanyazın incelendiğinde bu bulguları destekleyen çalışmalara rastlanmıştır.

Yurt ve Cevher Kalburan (2011)'ın yapmış olduğu çalışmada, okul öncesi öğretmenlerinin bilgi ve iletişim araçlarından olan bilgisayarı yaygın olarak kullanmayı tercih ettiklerini ifade ederken, Dong (2018) tarafından yapılan araştırmada okul öncesi öğretmenlerinin öğretimde bilgi ve iletişim teknolojisi kullanımının yararlarını bilmelerine rağmen öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımını kolaylaştırmak için pedagojileri kullanma sıklıklarının düşük olduğunu ifade etmiştir. Bu sonucu destekleyen diğer bir araştırma ise Koçak Usluel vd. (2007) tarafından yapılan çalışmadır. Bu araştırmanın sonucunda öğretmenlerin çoğunun ders planlarına bilgi iletişim teknolojilerini entegre edemediğine ve öğretimde nasıl kullanacağını bilmediğine ulaşılmıştır.

5.1.3 Okul Öncesi Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar

Okul Öncesi öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı “*Matematik ve bilişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi arttırır*”, “*Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar*”, “*Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir*” ve “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*” görüşlerine kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir. Literatürde bu bulgularla benzer sonuçlar elde eden çalışmalar yer almaktadır.

Aksoy (2021), okul öncesi öğretmenleriyle yaptığı çalışmada, öğretim faaliyetlerinde yararlanılan araçların kavram gelişimine yardımcı olan ve soyut kavramlara somut nitelik kazandırabilecek teknolojik araçlar olabileceğini ifade etmiştir. Çankaya (2012), okul öncesi sınıfta eğitim gören çocuklarla yaptığı araştırmada bazı matematiksel kavramların öğretiminde bilgisayar oyunlarının kullanımını incelemiştir. Bunun sonucunda, bilgisayar destekli eğitsel oyunlar ile öğretim yapan öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenmede daha kalıcı öğrenmeler elde ettiğini görmüştür.

Okul öncesi öğretmenlerinin yarısından fazlası matematik derslerinde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı “*Sınıf yönetimini zorlaştırır*” ve “*Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur*” görüşlerine kesinlikle katılmadıklarını belirtmişlerdir.

Hsin vd. (2014), okul öncesi eğitiminde teknoloji kullanımıyla ilgili yaptıkları çalışmada, teknolojik araçlar ile çeşitlendirilmiş öğretim ortamlarının çocukların iletişim becerilerini ve işbirliğini olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır. Ayrıca çalışma teknolojinin çocukların sosyal ve duygusal gelişim alanı için olumsuzluk oluşturabileceği görüşünü desteklememektedir. Bu bağlamda araştırmanın bulgusuyla paralellik göstermektedir.

5.2 İlkokul Öğretmeni ile sonuçlar

5.2.1 İlkokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar

Matematik öğretim programında ilkokullar için matematik kazanımları sayılar ve işlemler, geometri, ölçme ve veri işleme öğrenme alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu öğrenme alanlarına ait matematik kazanımlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumları ile ilgili bulguların neticesinde ilkokul öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları en fazla Sayılar ve İşlemler (%64), en az ise veri işleme (%40) öğrenme alanında kullandığına ulaşılmıştır. Bununla birlikte öğretmenler, her bir öğrenme alanı için sanal manipülatif ve simülasyonu çok sık kullandıklarını dile getirmişlerdir. Akbaba Altun ve Sarı (2015)'nin sınıf öğretmenlerinin matematik eğitiminde teknoloji kullanımıyla ilgili yaptığı çalışmada öğretmenlerin kesir, dört işlem, örüntü gibi şekil ve modellemeye ihtiyaç duyulan alt öğrenme alanlarında teknolojiyi kullandıklarını ifade etmişlerdir. Önen (2021)'in yapmış olduğu bir araştırmada, 1., 2. ve 3. sınıf öğretmenlerinin büyük çoğunluğunun; 4. sınıf öğretmenlerinin ise tamamının etkileşimli akıllı tahtayı matematik öğretiminde sıklıkla kullandıklarını saptamıştır. Ayrıca ilkokul öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğunun sayıların ve sembollerin öğretiminde etkileşimli tahtayı kullandıklarını belirlemiştir. Bu sonuç çalışmanın bulgusunu destekler niteliktedir.

5.2.2 İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar

İlkokul öğretmenlerinin matematik öğretiminde kullandıkları sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanım sıklığını belirlemeye yönelik oluşturulan araştırma sorusunun sonucunda öğretmenlerin en fazla tercih ettikleri sitenin “Morpa Kampüs (%58)” olduğu görülmüştür. Onu takiben “MatemaTik (%46)”, “Matific (%44)”, “Wordwall (%42)” ve “EBA (%40)” siteleri matematik dersinde çok sık kullanılan sanal manipülatif ve simülasyon siteleri olmuştur. Yazıcı (2021), sınıf öğretmenlerinin matematik dersinde başarıyı olumlu yönde etkileyen dijital platformları belirlemeye yönelik yaptığı araştırmasında, başarıyı arttırmada en çok Morpa Kampüs’ün daha

sonra EBA'nın etkili olduğu düşüncesine ulaşmıştır. Ayrıca Akbaba Altun ve Sarı (2015)'nın sınıf öğretmenleriyle yaptığı çalışmalarında öğretmenlerin internet tabanlı uygulamalar içerisinde interaktif etkinliklerin yer aldığı Morpa Kampüs'ü kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç çalışmanın bulgusuyla paralellik göstermektedir.

Uzaktan eğitim süreciyle daha da ön plana çıkan EBA'nın kullanım sıklığı açısından diğer dijital platformların gerisinde kaldığı görülmektedir. Güvendi (2014), bu duruma gerekçe olarak öğretmenlerin EBA içerisinde yer alan içeriklerden yeteri kadar haberdar olmadığını göstermektedir. Ayrıca literatürde EBA içeriklerinin yetersiz olduğunu, ihtiyaçları karşılamadığını ve geliştirilmesi gerektiğini ifade eden birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Akman, 2013; Bilici, 2011; Doğan ve Koçak, 2020; Kalemkuş, 2016; Keleş, vd., 2013; Odabaşı, vd., 2011; Pala, vd., 2017; Türker ve Güven, 2016).

Ankette yer alan diğer sitelerin kullanım yüzdeleri Mustafa Kabul %24, Ders Oyunları %22, TEGM Materyal %20, MentalUP %16, Fun Kids Online Math Games %10, Learning Apps %8, Math.com %8, NRICH %8, GeoGebra %2, Resources To Learn Mathematics | PBS %2 ve Math is Fun %2 şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin sınıf öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu tarafından kullanılmadığı saptanmıştır. Bunun sebebi olarak sitelerin birçoğunun yabancı dilde olması ve öğretmenler tarafından bilinmiyor olduğunu düşündürmektedir. Bir diğer faktörün ilkökul öğretmenlerinin sitelerin yabancı dilde olması nedeniyle kullanılmadığını düşündürmektedir. Alanyazında bu düşüncüyü destekleyen çalışmalarda bulunmaktadır. Araştırmacılar derslerde kullanılmak üzere tasarlanan yazılımların dilinin Türkçe olmasının olumlu karşılandığını (Genç, 2010; Kabaca, vd., 2010), İngilizce dilinde tasarlanan birçok yazılımın kullanım yönünden bazı olumsuz özellikler oluşturduğunu (Şimşek ve Kuru Yücekaya, 2014) ifade etmişlerdir.

5.2.3 İlkokul Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar

İlkokul öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*”, “*Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar*”, “*Matematik dersine olan ilgiyi arttırır*” görüşlerini ifade etmişlerdir.

Öztop (2022), yaptığı araştırmasında, ilkokul seviyesinde dijital teknolojilerin kullanımıyla matematik dersine yönelik motivasyonun arttığı bunun sebebinin ise dijital teknolojilerin diğer araçlara göre daha ilgi çekici olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca dijital teknolojilerin kullanımının öğrenci başarısını da olumlu yönde etkilediğini ve bunun sebebi olarak ise dijital teknolojilerin soyut kavramları somutlaştırmaya yardımcı olduğu sonucu çıkarılmıştır. Akbaba Altun ve Sarı (2015)’nın ilkokul öğretmenleriyle yaptığı çalışmada matematik öğretiminde teknolojinin kullanılması, matematiğin soyut kavramlarının somut yaşantılar oluşturarak öğrenilmesini sağladığını ve derse karşı motivasyonun arttırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca matematiğin soyut yönünü, matematiksel düşünceleri somutlaştırmak ve gerçek hayatla bağlantılarını ortaya çıkarmada teknolojik araçların önemli rolü bulunmaktadır (Vural, 2004). Alkoç Sayan (2017) sınıf öğretmenleriyle yaptığı çalışmada ise derslerde teknolojik araç gereç kullanımı öğrencilerin dikkatini toplamada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Saklan (2017)’ın yaptığı çalışmada teknolojinin öğretimde kullanılmasıyla konuların somutlaştırılarak daha anlamlı hale geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Yazıcı (2021) dijital öğretim platformlarının öğretimde kullanılmasıyla çoklu öğrenme ortamları oluştuğunu ve bu sayede öğrencilerin daha fazla duyu organına hitap ederek kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Ayrıca çalışmanın devamında ilkokul öğrencileri için soyut kavramların anlaşılmasının güç olduğunu ancak dijital platformlarla kavramların somutlaştırıldığı görüşüne ulaşmıştır. Öztürk (2019)’ün ilkokul öğretmenleriyle yaptığı çalışmada, Türkçe, Matematik ve Hayat Bilgisi derslerinde dijital içeriklerin kullanımının öğrencilerin derse olan ilgisini arttırdığı, dikkat çekmeyi sağladığı ve etkin katılımın sağlandığı belirtilmektedir. Topçu, vd. (2014)’ın ilkokul öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmanın sonucunda matematik derslerinde eğitsel bilgisayar oyunlarının

kullanımının matematiksel kavramları görselleştirmede ve öğrencilerin matematik dersini sevmesinde olumlu katkıları olduğunu ifade etmişlerdir. Tüm bu sonuçlar çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

5.3 Ortaokul Matematik Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar

5.3.1 Ortaokul Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar

Matematik öğretim programında ortaokullar için matematik kazanımları sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme, veri işleme ve olasılık öğrenme alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon kullanım durumlarına ait bulgular incelendiğinde, “sayılar ve işlemler (%43,66)”, “cebir (%36,62)”, “veri işleme (%36,62)” ve “olasılık (%49,30)” öğrenme alanlarında çoğunlukla hiç kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Ancak öğretmenlerin %43,66’sı “geometri ve ölçme” öğrenme alanında sanal manipülatif ve simülasyonları çok sık kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Önal (2014)’ın ortaokul matematik öğretmenleri ile yapmış olduğu doktora tezinde, öğretmenlerin matematik öğretiminin bilişim teknolojileri ile desteklenmesi konusunda olumlu görüş bildirmelerine rağmen derslerinde bilişim teknolojilerini çok etkin bir şekilde kullanmadıklarını ifade etmişlerdir. Duran (2022), ortaokul matematik öğretmenleriyle yaptığı çalışmada öğretmenlerin matematik derslerinde teknoloji kullanımını yetersiz buldukları sonucuna ulaşmıştır.

5.3.2 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar

Ortaokul Matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde kullandıkları sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanım sıklığını belirlemeye yönelik oluşturulan araştırma sorusunun sonucunda öğretmenlerin en fazla tercih ettikleri sitenin EBA (%62) olduğu görülmüştür. Daha sonra MatemaTik (%47,9), Wordwall (%33,8), Matific (%28,2), Geogebra (%25,4) ve Morpa Kampüs (%25,4) siteleri onu

takip etmiştir. Ankette yer alan diğer sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanım oranının %15'in altında kaldığı saptanmıştır.

Alanyazında öğretmenlerin kullanmayı en fazla tercih ettiği sanal manipülatif ve simülasyon sitesinin EBA platformu oluşu ile çelişen birçok araştırma yer almaktadır. Keskin Yorgancı (2019), ortaokul matematik öğretmenleriyle yaptığı çalışmada öğretmenlerin sadece %17'sinin EBA'yı çok sık kullandığını saptamıştır. Güvendi (2014), yaptığı araştırmasında öğretmenlerin EBA kullanım sıklığının beklenenden daha az olduğunu görmüştür. Araştırmanın bulguları ile daha önce gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarının paralellik göstermemesinin sebebi olarak gerçekleştirildikleri tarih söylenebilir. Covid 19 sonrası uzaktan eğitim süreci ile öğretmenlerin EBA platformuna yönelik farkındalıklarının artması, EBA'nın içeriklerinin zenginleştirilmesi sağlanmıştır. Bu nedenle kullanım sıklığı açısından EBA'nın dünyanın sayılı eğitim portallarından biri haline geldiği ifade edilmektedir (Önen, 2021).

Önal ve Çakır (2016)'ın yaptıkları çalışmada öğretmenlerin matematik dersine yönelik tasarlanan yazılımlardan (Geogebra vb.) haberdar oldukları ve çeşitli sebeplerden dolayı kullanmayı tercih etmedikleri görülmüştür. Nitekim bu sonuç çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

5.3.3 Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar

Ortaokul Matematik öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “*Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir*”, “*Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar*”, “*Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar*”, “*Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar*”, “*Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır*” ve “*Matematiksel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir*” görüşlerine kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir. Literatürde bu sonuçlara paralellik gösteren birçok araştırmanın yer aldığı görülmüştür.

Matematik öğretiminde bilişim teknolojileri araçlarının kullanılmasıyla matematik dersine olan ilgi ve dikkatin artacağını (Atasoy, vd., 2015; Gökkurt, vd., 2012; Önal ve Çakır, 2016), görsel ve işitsel ortamlar oluşturarak daha fazla duyu organının kullanımını sağladığını ve bununla birlikte kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdiğini (Çelik ve Çevik, 2011; Genç, 2010; Kağızmanlı ve Tatar, 2012), öğrencilerin matematik kavramları arasındaki ilişkileri keşfedebileceklerini (Dikovich, 2009; Güven, 2002; Karataş, 2011; Lachmy ve Koichu, 2014), matematiksel kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığını (Avcı, 2017; Kaleli Yılmaz, vd., 2010) ifade eden çalışmalara rastlanmıştır. Nitekim bu sonuçlar araştırmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Ortaokul matematik öğretmenlerinin yarısından fazlası sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının “*Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur*” görüşüne kesinlikle katılmadığını belirtmişlerdir. Bu görüş alanyazında bilişim teknolojilerinden yararlanılan derslerde öğrencilerin aktif katılımının arttığını (Gürbüz, 2007; Mercan, vd., 2009; Şimşek ve Kuru Yücekaya, 2014) ifade eden çalışmalarla desteklenmektedir.

5.4 Lise Matematik Öğretmenleri ile İlgili Sonuçlar

5.4.1 Lise Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanım Durumlarına Ait Sonuçlar

Matematik öğretim programında liseler için matematik kazanımları sayılar ve cebir, geometri ve veri, sayma ve olasılık öğrenme alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Ankete katılan öğretmenlerin yarısından fazlasının sayılar ve cebir (%52,94) ile veri, sayma ve olasılık (%52,94) öğrenme alanlarında sanal manipülatif ve simülasyon sitelerini hiç kullanmadıkları görülmüştür. Öğretmenlerin %44,12’si geometri öğrenme alanında sanal manipülatif ve simülasyonları çok sık kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin öğrenme alanlarına göre matematik derslerinde bilişim teknolojilerini kullanım oranlarının düşük olduğu bulunmuştur. Ardıç (2021)’ın lise öğretmenleriyle yaptığı çalışmada da öğretmenlerin branş farketmeksizin derslerinde teknolojik araçları kullanım oranlarının düşük olduğu saptamıştır. Bu bulgu araştırmanın sonucuyla benzerlik göstermektedir.

5.4.2 Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Sitelerini Kullanım Sıklığına Ait Sonuçlar

Lise Matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde kullandıkları sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin kullanım sıklığını belirlemeye yönelik oluşturulan araştırma sorusunun sonucunda siteleri gelmiştir. Diğer sanal manipülatif ve simülasyon sitelerinin matematik derslerinde kullanım sıklığı %10'un altında kalmıştır. Ayrıca lise matematik öğretmenlerinin hiçbirinin matematik derslerinde eğitsel oyunlar içeren siteleri (Fun Kids Online Math Games, Ders Oyunları, Wordwall) kullanmadıkları görülmüştür.

Geogebra dinamik yazılımının kullanım yüzdesinin en fazla çıkması geometri öğrenme alanında sanal manipülatif ve simülasyon kullanım yüzdesinin en fazla olmasını kanıtlamaktadır.

5.4.3 Lise Matematik Öğretmenlerinin Sanal Manipülatif ve Simülasyon Kullanımına Yönelik Görüşleri ile İlgili Sonuçlar

Lise Matematik öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının *Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar*, *“Matematik ve bilişim teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır”*, *“Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar”*, *“Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar”* ve *“Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir”*, *“Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler”* ve *“Öğrencilerin matematik okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar”* görüşlerine kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir. Literatürde lise matematik kazanımlarının öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımıyla ilgili benzer görüşlere rastlanmıştır.

Kaleli Yılmaz, vd. (2010), lise matematik öğretiminde dinamik yazılımların kullanılmasıyla derse ve öğrenmeye karşı ilgi ve isteklerinin arttığını ve matematiksel kavramları daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir. Baki (2008), yaptığı çalışmada teknolojik araçların soyut matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrenime katkı sunduğunu ifade etmiştir. Ayrıca bilgisayar yazılımlarının öğretmenler tarafından

doğru kullanıldığında öğrencilerin matematiksel bilgiyi kullanma ve keşfetme becerilerinin gelişeceğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar araştırmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Lise Matematik öğretmenlerinin yarısı derslerde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımı “*Sınıf yönetimini zorlaştırır*” görüşüne kesinlikle katılmadıklarını ifade etmişlerdir.

5.5 Öğretmenlerin Biçimlendirici Değerlendirme Araçlarını Kullanım Durumlarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmaya katılan öğretmenlerin web 2.0 araçları içerisinde yer alan biçimlendirici değerlendirme araçlarını matematik öğretiminde kullanma sıklığıyla ilgili sonuçlar bu kısımda yer almaktadır. Öğretmenlerin %70’inden fazlasının Web 2.0 araçlarını matematik öğretiminde kullanmadıkları görülmüştür. Horzum (2010) tarafından yapılan araştırma da öğretmenlerin web 2.0 araçlarından haberdar olduğu ancak öğretim faaliyetlerinde kullanımın yaygın olmadığı sonucu araştırmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Sınıf öğretmenlerinin teknolojiden yararlanma durumlarıyla ilgili yapılan çalışmada öğretmenler teknolojileri derslerde görüntü ve ses paylaşımı için kullanıyor olsalar da matematiksel kavramların geliştirilmesinde bilişim teknolojilerinden yeteri kadar haberdar olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Serow ve Callingham, 2011). Ertürk (2008)’ün matematik öğretmenlerinin derslerde teknoloji kullanma yeterliliklerini incelediği yüksek lisans tezinde öğretmenlerin matematik öğretiminde teknoloji kullanmayı istedikleri ancak bu konudaki yeterliliklerinin istenilen seviyede olmadığı görülmüştür. Alan, Akkoç, Yeşildere İmre ve Kozaklı Ülger (2021) “Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Entegrasyon Yaklaşımlarının Öğretmen Görüşlerine Dayalı Olarak Enstrümantal Orkestrasyon Çerçevesinde İncelenmesi” çalışmasını yürütmüşlerdir. Çalışmada matematik öğretmenlerinin ders anlatım sürecinde hangi teknolojik araçları kullandıkları araştırmışlardır. Bu teknolojik araçları derse entegre etme süreç yaklaşımlarını incelemişlerdir. Matematiksel kavramları anlatım sürecinde hangi teknolojik araç kullanımı tercih ettikleri ve teknolojik araç kullanırken dikkat edilmesi gerekenler araştırma soruları arasındadır. Çalışmanın sonucuna göre, matematik öğretmenlerinin genellikle araçları

pasif bir şekilde kullandıkları tespit edilmiştir. Matematik öğretmenleri çoğunlukla araçları, soruları ve görselleri ekrana yansıtma veya video izleme gibi dinamik değişikliklerin yapılmayacağı şekilde kullanmaktadırlar. Ayrıca çalışmanın sonucunda, matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonu ile kavramların somutlaştırılabildiğini ve öğrencilerin ezberden uzaklaşarak daha etkin bir öğrenme deneyimi yaşadıklarını düşündükleri belirlenmiştir. Norton ve Hathaway'ın (2008) çalışmalarında ise Amerika gibi gelişmiş ülkelerde Web 2.0 araçlarının eğitsel kullanımının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Web 2.0 araçlarının ders içi ve ders dışı zamanlarda eğitsel amaçla kullanımının olumlu sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir. Öğretmenlerin matematik öğretimde tercih ettikleri yöntem, teknik ve kaynakları etkileyen en önemli faktörlerden biri matematik derslerini kendi öğrendikleri gibi anlatmalarındır. Bu nedenle bilişim teknolojileri ile desteklenmiş matematik derslerinde öğrenci olarak bulunmaları dijital araçların derslerde kullanımını olumlu yönde etkileyecektir (Niess ve Garofalo, 2006).

5.6 Öğretmenlerin Bilişim Teknolojileri Alanında Hizmet İçi Eğitim Alma Durumları ve Branşlara Göre Dağılımıyla İlgili Sonuçlar

Araştırmaya katılan öğretmenlerin bilişim teknolojileri alanında hizmet içi eğitim alma durumlarıyla ilgili sorunun bulgularına göre ankete katılan öğretmenlerin 95 tanesi bu alanda hizmet içi eğitim aldığını ifade ederken 96 tanesi hizmet içi eğitim almadığını belirtmiştir. Verilerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Branş bazında incelediğimizde okulöncesi öğretmenlerin %50'si, İlkokul öğretmenlerinin %54'ü, Ortaokul matematik öğretmenlerinin %43,7'si ve Lise matematik öğretmenlerinin %55,9'u bilişim teknolojileri alanında hizmet içi eğitim aldıklarını ifade etmişlerdir. Branş bazındaki dağılımdan elde edilen oranlarda yine öğretmenlerin yaklaşık yarısının bu alanda hizmet içi eğitim aldıkları sonucuna ulaşılmıştır.

6. ÖNERİLER

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişme ve değişimler hayatın farklı alanlarında da varlığını göstermektedir. Bu alanların başında kuşkusuz eğitim ve öğretim faaliyetleri yer almaktadır. Teknolojik araçların eğitim sürecinin içine dahil edilmesiyle daha yetkin ve etkili bir öğretim gerçekleşecektir. Öğrenciler tarafından “zor” kabul edilen matematik derslerini somutlaştırmak, keşfederek öğrenmeye izin vermek, dersi ilgi çekici ve eğlenceli kılmak, daha fazla duyu organını öğrenme ortamına dahil ederek öğrenmeyi kalıcı hale getirmek ve bilginin teknolojik materyallerle yapılandırılmasını sağlamak sanal manipülatif ve simülasyonların derslere entegrasyonu ile gerçekleştirilebilir. Teknolojik araç ve bilgisayar yazılımlarının derse entegrasyonunda öğretmenin teknolojik pedagojik alan bilgisi önem arz etmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin sanal manipülatif ve simülasyonlara yönelik bilgisi, kullanım durumu ve görüşleri, hem entegrasyonu sağlamak hem de bundan sonra yapılacak araştırmalara ilişkin öneri oluşturmaktadır.

1. Araştırmanın en çarpıcı sonuçlarından biri, çalışmaya katılan öğretmenlerin tamamına yakınının web 2.0 araçlarını matematik eğitiminde kullanmadığı ifade etmesidir. Gelişmiş ülkelerde Web 2.0 araçlarının eğitsel faaliyetlerde kullanımının daha fazla olduğu ve eğitim açısından olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin web 2.0 araçlarını matematik öğretiminde kullanımıyla ilgili bilgilendirilmeleri gerekir. Bu bilgilendirmenin üniversitelerin eğitim fakülteleri bünyesinde öğrenme alanları uzmanları ve bilişim teknolojileri uzmanlarının ortak çalışmaları ile düzenlenmesinin etkili ve yararlı olacağı düşünülmektedir.
2. Bilişim teknolojileriyle destelenmiş matematik dersleri tasarlanması, öğretmenlerin bu dersleri önce kendilerinin ve sonra öğrencilerle deneyimlemeleri sağlanabilir. Bu sayede sadece teknoloji ile sınırlandırılmış eğitimlerden ziyade kazanımlarla bütünleştirilmiş öğrenme ortamları oluşacaktır.
3. Okulöncesi öğretmenlerinin matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyon kullanımının düşük olduğu görülmektedir. Özellikle EBA

kullanımının diğer branşlara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu konuda okul öncesi öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonlar hakkında bilgilendirilmesi, EBA platformu içerisinde yer alan okulöncesine yönelik içerikler zenginleştirilmesi, diğer sitelerle ilgili önce kendilerinin ve sonra öğrencilerle deneyimlemeleri sağlanabilir.

4. Lise matematik öğretmenlerinin sanal manipülatif ve simülasyonları sadece Geometri öğrenme alanında kullandıkları görülmüştür. Ayrıca geometri öğretiminde önemli yere sahip olan Geogebra yazılımını da çok sık kullandıklarını ifade etmişlerdir. Diğer öğrenme alanları ile ilgili örneğin <http://shodor.org/> gibi sitelerle, mathematica, maple, matlab gibi yazılımlarla ilgili önce kendilerinin ve sonra öğrencilerle deneyimlemeleri sağlanabilir.
5. Öğretmenlerin çoğunlukla yerli sanal manipülatif ve simülasyon siteleri hakkında bilgi sahibi olduğu yabancı siteleri bilmediği ve kullanmadığı görülmüştür. Bu nedenle ülkemizde EBA, MatemaTik, TEGM Materyal gibi sitelerin önce öğretmenlerle ve sonra öğrencilerle deneyimlemeleri sağlanabilir. Ayrıca bu sitelerin içeriklerinin her sınıf seviyesinde zenginleştirilmesi yararlı olacaktır.
6. Zengin içeriklere sahip Phet, NRICH, Matific, Mathigon gibi yabancı sanal manipülatif ve simülasyon siteleri hakkında önce öğretmenlerin ve sonra öğrencilerle deneyimlemeleri sağlanabilir.
7. Zümre çalışmalarında il genelinde simülasyon ve manipülatiflerin kullanımı her yeni öğretim yılı başında ve sonunda gözden geçirilmeleri düşünülmelidir.
8. Simülasyon ve manipülatiflerin kullanımı veli toplantılarında öğrencilerin bu siteleri kullanmaları yönünde ele alınabilir.
9. Yerli öğrenme nesnesi ambarlarının sayısının az olması, BİT haricinde öğretim programlarında yer almaması teknolojinin öğretime entegrasyonunu yavaşlatmaktadır.

10. Öğretmenlerin teknolojik materyal tasarımı ve derslerinde kullanımı ile ilgili saha yarışmaları düzenlenmeli ve bu konuda öğretmenleri özendirmek için başarı ve teşvik ödülleri verilmelidir.



KAYNAKLAR

- Akkan, Y. & Çakıroğlu, Ü. (2011). Farklı branşlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde sanal-fiziksel manipülatiflere bakış açılarının karşılaştırılması, 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, 5, 353-359.
- Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2009). Öğrencilerin Sanal ve Fiziksel Manipülatiflere Yönelik Tercihleri Students'preferences About Virtual And Physical Manipulatives. In *Proceedings Of 9 Th International Educational Technology Conference*.
- Akman, B. (2002). Okul öncesi dönemde matematik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 244-248.
- Akman, N. (2013). FATİH (fırsatları artırma teknolojiyi iyileştirme hareketi) projesi'nin öğretmenler tarafından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aksoy, T. (2021). Okul öncesi dönemdeki çocukların eğitiminde teknoloji kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Temel Eğitim*, (11), 30-38.
- Aktan, O. (2019). İlkokul matematik öğretim programı dersi kazanımlarının yenilenen Bloom taksonomisine göre incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 15-36.
- Alan, S., Akkoç, H., Yeşildere İmre, S., & Ülger, T. K. (2021). Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Entegrasyon Yaklaşımlarının Öğretmen Görüşlerine Dayalı Olarak Enstrümantal Orkestrasyon Çerçevesinde İncelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAEBD)*, 12(2), 406-431.
- Alkoç Sayan, A. (2017). Sınıf öğretmenlerinin matematik öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin algılarının incelenmesi: Efeler ilçe örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Aydın.
- Ardıç, M. A. (2021). Ortaöğretim öğretmenlerinin eğitimde teknoloji kullanımına yönelik tutumlarının incelenmesi 1. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(2), 649-675.
- Artigue, M. (2010). The Future of Teaching and Learning Mathematics with Digital Technologies. In C. Hoyles & J.B. Lagrange (Eds), *The Seventeenth ICMI Study: Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (pp. 463-475). New York, NY: Springer.
- Arzarello, F., Ferrara, F., & Robutti, O. (2012). Mathematical modelling with technology: the role of dynamic representations. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 31(1), 20-30.

- Atabas, S., Schellinger, J., Whitacre, I., Findley, K., & Hensberry, K. (2020). İki norm setinden oluşan bir hikaye: Etkileşimli simülasyonlar olan ve olmayan matematik derslerinde öğrenci temsili fırsatlarının karşılaştırılması. *Matematiksel Davranış Dergisi*, 58, 100761.
- Aydın, F. (2022). Teknoloji Destekli Matematik Öğretimine İlişkin Öğretim Elemanlarının Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- Aydoğmuş, B.S. (2010), Matematik Öğretmenlerinin Öğretim Yazılımlarından Yararlanma Konusundaki Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, A., (2008), *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*, Harf Eğitim Yayıncılık, Genişletilmiş Dördüncü Baskı, Ankara.
- Ball, L., & Stacey, K. (2005). *Teaching strategies for developing judicious technology use*. In W. J. Masalski & P. C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments* (pp. 3–15). Reston, VA: NCTM.
- Barritt, C. & Lewis, D. (1999). *Rausable Learning Object Strategy*, CISCO Systems Inc.
- Bartolini, M., & Martignone, F. (2014). Manipulatives in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (1st. ed., pp. 487-494). Dordrecht: Springer.
- Battista, M. T. (2001). Shape makers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning. In J. Tooke & N. Henderson (Eds.), *Using information technology in mathematics education* (ss.105-120). USA: The Haworth Pres
- Bellonio, J. L. (2012). *Multi-Sensory manipulatives in mathematics: Linking the abstract to the concrete*. Yale-New Haven Teachers Institute. In <http://www.yale.edu/ynhti/curriculum/units/2001/6/01.06>, 12.
- Bicer, A. & Capraro, R. M. (2016). Longitudinal effects of technology integration and teacher professional development on students' mathematics achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 815-833.
- Bilici, A. (2011, Eylül). Öğretmenlerin bilişim teknolojileri cihazlarının eğitsel bağlamda kullanımına ve eğitimde fatih projesine yönelik görüşleri: sincan il genel meclisi i.ö.o. örneği. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium'da sunulmuş bildiri, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Blanton, ML (2008). *Cebir ve ilkokul sınıfı: Düşünceyi dönüştürmek, uygulamayı dönüştürmek*. Greenwood Uluslararası.

- Bosse, M. J. (2003). The beauty of “and” and “or”: Connections within mathematics for students with learning differences. *Mathematics and Computer Education*, 37(1), 105- 114.
- Boyle, EA, MacArthur, EW, Connolly, TM, Hainey, T., Manea, M., Kärki, A., & Van Rosmalen, P. (2014). Araştırma yöntemlerini ve istatistikleri öğretmek için oyunların, animasyonların ve simülasyonların anlatısal bir literatür taraması. *Bilgisayar ve Eğitim*, 74, 1-14.
- Brown, M. C., McNeil, N. M., & Glenberg, A. M. (2009). Using concreteness in education: Real problems, potential solutions. *Child Development Perspectives*, 3(3), 160-164.
- Burtan, L. (1990). What could teacher education be like for prospective teachers of early childhood mathematics with particular reference to the environment. "Transforming children's mathematics education" Steffe, L.; Wood, T. (Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel F. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. 3.Baskı. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Canbolat, Y. (2020). Türkiye’de ortaöğretim öğretmenlerinin mesleki özerkliği: Var olan ve olası politikaların bir analizi. *Eğitim ve Bilim*. Doi: <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2020.7833>.
- Chai, C., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Educational Technology & Society*, 16,31–51.
- Charlesworth, R. & Lind, K. K. (2010). Math and science for young children. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Chuang, H.H. & Ho, C.J. (2011). An investigation of early childhood teachers’ technological pedagogical content knowledge (TPACK) in Taiwan. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2) , 99-117.
- Clements, D. H. (1999). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60. <https://doi.org/10.2304/ciec.2000.1.1.7>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2005). Young children and technology: What’s appropriate? In W. Masalski & P. C. Elliot (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments*: 67th NCTM yearbook (pp. 51–73). Reston, VA: NCTM.
- Clyde, L. A. (2004). Digital learning objects. *Teacher Librarian*, 31(4), 55-58.
- Confrey, J., Maloney, AP & Corley, AK (2014). Öğrenme yörüngeleri: Standartları müfredatla ilişkilendirmek için bir çerçeve. *ZDM*, 46, 719-733.
- Cooper, T. E. (2012). Using virtual manipulatives with preservice mathematics teachers to create representational models. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 19(3), 105-115.

- Çankaya, Ö. (2012). Bilgisayar Oyunlarının Okul Öncesi Eğitiminde Kullanılmasının Bazı Matematiksel Kavramların Öğretimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Manipülatif Kullanımına İlişkin Tutumlarının ve İhtiyaçlarının İncelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 10(17), 1179-1200.
- Çetin, O. & Günay, Y. (2011) Fen Eğitimine Yönelik Örnek Bir Web Tabanlı Öğretim Materyalinin Hazırlaması ve Bu Materyalin Öğretmen Öğrenci Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 175-202.
- Dağlıoğlu, H. E. (2002). Anaokuluna devam eden beş-altı yaş grubu çocuklar arasından matematik alanında üstün yetenekli olanların belirlenmesi. Doktora Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- De Jong, T. & Van Joolingen, WR (1998). Kavramsal alanların bilgisayar simülasyonları ile bilimsel keşif öğrenimi. *Eğitim araştırmasının gözden geçirilmesi*, 68(2), 179-201.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Matematik öğretiminde elektronik tabloların kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 113-131.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2004). Öğrencilerin matematiğe yönelik içsel ve dışsal motivasyonlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*. 134, 49-54.
- Delil, A., Özcan, B. N. ve Işlak, O. (2020). İlkokul matematik dersi öğretim programı kazanımlarının TIMSS-2019 değerlendirme çerçevesine göre analizi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 270-282
- Deniz, S. (2019). Teknoloji destekli öğretimin matematik ve geometri alanlarında başarı ve tutuma etkisi üzerine bir meta analiz çalışması (Master's thesis), Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dikovich Lj. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level, *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203.
- Doğan, S. & Koçak, E. (2020). EBA sistemi uzaktan eğitim çalıştırma üzerine bir inceleme. *Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(14), 111-124.
- Dong, C. (2018). ‘Young children nowadays are very smart in ICT’ – preschool teachers’ perceptions of ICT use. *International Journal Of Early Years Education*, 1-14. doi: 10.1080/09669760.2018.1506318
- Duran, A.A. (2022). Middle School Mathematics Teachers' Views and Experiences Regarding Technology İntegration. Yüksek Lisans Tezi. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

- Duru, A., Akgün, L. & Özdemir, M. E. (2005). İlköğretim öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının incelenmesi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* 2005-2
- Erdem, A. (2021), "Manipülatif Destekli Üstbilişsel Planlamaya Dayalı Öğretimin Değerlendirilmesi: Çarpanlar ve Katları Konusu Örneği". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Bayburt.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik öğretimi- II: hesap makinesinin matematik etkinliklerinde kullanılması. *İlköğretim-online*, 2(2), 19-27. <http://ilkogretim-online.org.tr/>
- Ertürk, H. (2008). Matematik öğretmenlerinin teknoloji kullanma yeterliliklerinin verimliliğe etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Fitzallen, N. (2008). APMC Hot ideas. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 16–17.
- Francis, David E. & Murphy, E. (2008). Instructional designers' conceptualisations of learning objects. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(5), 475-486.
- Gecü-Parmaksız, Z. (2017). Okul öncesi çocuklar için artırılmış gerçeklik etkinlikleri: geometrik şekilleri anlamanın ve uzamsal becerileri geliştirmenin karşılaştırmalı analizi. Doktora Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Genç, G. (2010). Dinamik Geometri Yazılımı İle 5. Sınıf Çokgenler Ve Dörtgenler Konularının Kavratılması. Yüksek Lisans Tezi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Aydın.
- Genç, H. (2021). Dijital Oyun Destekli Matematik Eğitim Programının 54-66 Aylık Çocukların Saymaya İlişkin Temel Matematik Becerilerinin Gelişimine Etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Gök, M.Y. (2020). Somut ve Sanal Manipülatif Destekli Matematik Eğitim Programının 48-72 Ay Grubu Çocukların Erken Aritmetik Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Griffin, S. & Case, R. (1997). Re-thinking the primary school math curriculum: an approach based on cognitive science, *Issues in Education*, 3(1): 1–49.
- Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2012). Integrating educational technology into the secondary science teaching. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 12, 162–183
- Gürbüz, R. (2007). Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencilerin Kavramsal Gelişimlerine Etkisi: Olasılık Örneği. *Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 75-87.

- Güven, B. (2002). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek geometri öğrenme (Yüksek Lisans Tezi). *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Güvendi, M. G. (2014). Millî Eğitim Bakanlığı'nın öğretmenlere sunmuş olduğu çevrimiçi eğitim ve paylaşım sitelerinin öğretmenlerce kullanım sıklığının belirlenmesi: Eğitim Bilişim Ağı (EBA) örneği (Doctoral dissertation), *Sakarya Üniversitesi*.
- Heid, M.K. (1988). Resequencing skills and concepts in applied calculus using the computer as tool, *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 3–25.
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J. & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A metaanalysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283-319.
- Hill, H.C., Blunk, M.L., Charalambous, C.Y., Lewis, J.M., Phelps, G.C., Sleep, L., & Ball, D.L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430–511.
- Hoffman, J. & Rosen, D. (2009). Integrating concrete and virtual manipulatives in early childhood mathematics. *Young Children*, 64(3), 26–32. <https://cepr.harvard.edu/mqi-domains>
- Horzum, M.B. (2010). Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarından haberdarlığı, kullanım sıklıkları ve amaçlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* 7:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>
- Hsin, C. T., Li, M. C., & Tsai, C. C. (2014). The Influence of Young Children's Use of Technology on Their Learning: A Review. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 85-99.
- Inan, F. A., & Lowther, D. L. (2009). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research & Development*, 58,137–154.DOI: 10.1007/s11423-009-9132-y
- İnan, C. (2006) Matematik Öğretiminde Materyal Geliştirme ve Kullanma. *Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* Sayı:7; 47-56.
- İncikabı, L., Ayanoğlu, P., Aliustaoğlu, F., Tekin, N., & Mercimek, O. (2016). Ortaokul matematik dersi öğretim programı kazanımlarının TIMSS bilişsel alanlarına göre değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 15(4).
- Jonassen, D.H. & Reeves, T.C. (1996). Teknoloji ile Öğrenme: Bilgisayarları Bilişsel Araçlar Olarak Kullanma. *Handbook of Research on Education Communications and Technology* içinde, Düzenleyen: Jonassen, DH 693 – 719. New York: Macmillan.

- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. & Bulut, M. (2010). Matematik Öğretmenlerinin Avrasya GeoGebra Toplantısı Kapsamında Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra ile Tanıştırılması ve GeoGebra Hakkındaki Görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 148-165
- Kaleli Yılmaz, G., Ertem, E., & Güven, B. (2010). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin 11.Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusundaki Öğrenmelerine Etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 200-216.
- Kandil, S., & Işıksal Bostan, M. (2021). Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Uzaktan Eğitim Matematik Derslerinde Kullandıkları Çoklu Temsiller. *VIII. International Eurasian Educational Research Congress*, (7 - 10 Temmuz 2021), Aksaray, Türkiye. <https://hdl.handle.net/11511/93360>
- Kaput, J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? In J. Kaput, D. Carraher, & M. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5–17). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. L. Fennema, ve T. A. Romberg (Eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (s.133–156). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Karaçay, T. (1985). "*Matematik öğretiminin bugünkü durumu ve değerlendirilmesi*". *Matematik Öğretimi ve Sorunları, Türk Eğitim Derneği III. Öğretim Toplantısı*, Ankara: Yorum Basın-Yayın.
- Karakırık, E. ve Aydın, E. (2011). Matematik nesneleri, 16. *ATCM Matematik Eğitiminde Teknoloji Çalıştayı*, 19-33.
- Karaman, S. (2005). Öğrenme Nesnelerine Dayalı Bir İçerik Geliştirme Sisteminin Hazırlanması ve Öğretmen Adaylarının Nesne Yaklaşımı ile İçerik Geliştirme Profillerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi*, Erzurum.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi* (24. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karataş, İ. (2011). Experiences of student mathematics-teachers in computer based mathematics learning environment. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 235-262. Retrieved October 10, 2012 from <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/>
- Kay, R. H., Knaack, L. (2008). A formative analysis of individual differences in the effectiveness of learning objects in secondary school. *Computers & Education*. 51(3), November 2008, 1304-1320.

- Keleş, E., Dündar, Ö. B. & Bahçekapılı, T. (2013). Teknolojinin eğitimde kullanılmasına ilişkin öğretmen görüşleri: fatih projesi örneği. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 336-353.
- Koçak Usluel, Y., Kuşkaya Mumcu, F. & Demiraslan, Y. (2007). ÖğrenmeÖğretme Sürecinde Bilgi ve İletişim Teknolojileri: Öğretmenlerin 56 Entegrasyon Süreci ve Engelleriyle İlgili Görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 164-178.
- Koehler, M., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T.S., & Graham, C.R. (2014). The technological pedagogical content knowledge framework. In Spector, M., Merrill, M.D., Elen, J., Bishop, M.J. (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (101–111), New York: Springer.
- Kokol-Voljc, V. (2007). Use Of Mathematical Software In Pre-Service Teacher Training: The Case Of Dgs. Faculty of Education, University of Maribor, Slovenia, 55-60.
- Korkmaz, H. (2004). *Fen ve teknoloji eğitiminde alternatif değerlendirme yaklaşımları*. Ankara: Yeryüzü Yayınevi.
- Kumar, N., Rose, R.C. & D'Silva, J.L. (2008). Teachers' readiness to use technology in the classroom: An empirical study. *European Journal of Scientific Research*, 21(4), 603-616.
- Lachmy, R., & Koichu, B. (2014). The interplay of empirical and deductive reasoning in proving “if” and “only if” statements in a dynamic geometry environment. *The Journal of Mathematical Behavior*, 36, 150-165.
- Lagrange, J. B., Artigue, M., Laborde, C. & Trouche, L. (2003). Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. Bishop, A., Clements, M.A.K., KeitelKreidt, C., Kilpatrick, J., Leung, F.K.-S. (Ed.), *Second international handbook of mathematics education* içinde (s. 237-269). Springer, Dordrecht.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and montessori education. *SAGE Open*, 5(2), 1–8.
- McNeil, N., & Jarvin, L. (2009). When theories don't add up: Disentangling the manipulatives debate. *Theory Into Practice*, 46(4), 309-316.
- MEB (1995). 2000'li Yıllarda Türk Milli Eğitim Sistemi. *15. Milli Eğitim Şurası Hazırlık Dökümanı-3*. Ankara: MEB Yay.
- MEB (2002). Öğretmen yetiştirme ve eğitimi genel müdürlüğü. *Öğretmen Yeterlilikleri*. Ankara: MEB Yayınları.
- MEB (2013). *Ortaokul Matematik Dersi (5,6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- MEB (2013). *Ortaöğretim matematik öğretmeni özel alan yeterlikleri*. Öğretmen Yetiştirme Genel Müdürlüğü.
- MEB (2018). *Lise Matematik Dersi (9-12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2015). *Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması 2015 Tanıtım Kitapçığı*
- Mercan, M., Filiz, A., Göçer, İ., & Özsoy, N. (2009). Bilgisayar Destekli Eğitim ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Dünyada ve Türkiye'de Uygulamaları. Akademik Bilişim'09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı, Şanlıurfa.
- Mildenhall, P., Swan, P., Northcote, M. & Marshall, L. (2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 9–15.
- Miller, L.D. & Mitchell, C.E. (1994). Mathematics anxiety and alternative methods of evaluation. *Journal of Instructional Psychology*. 21 (4). 353-358.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018a). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Moore, A. (1993). Computer Assisted Instruction (ILS) for Adults.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages. *Journal of educational psychology*, 92, 724-733.
- Moyer, P. S. ve Bolyard, J. J. (2002). Exploring representation in the middle grades: Investigations in geometry with virtual manipulatives. *The Australian Mathematics Teacher*, 58(1), 19–25
- Moyer, P. S., & Jones, M. G. (2004). Controlling choice: Teachers, students, and manipulatives in mathematics classrooms. *School Science and Mathematics*, 104(1), 16-31.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: the influence of mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202-218

- Moyer, P.S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives*, 3-23.
- Mutluoğlu, A. (2019). 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (MATMAP) öğrencilerin akademik başarılarına, geometriye yönelik tutumlarına ve geometrik muhakeme süreçlerine etkisi (Doctoral dissertation), *Necmettin Erbakan University*, Konya.
- Namuth, D., Fritz, S., King, J. & Boren, A. (2005). Principles of sustainable learning object libraries. Interdis-ciplinary. *Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1, 181-196, <http://ijklo.org/Volume1/v1p181-196> Namuth.pdf
- National Association for the Education of Young Children [NAEYC]. (2010). Early childhood mathematics: Promoting good beginnings. <https://www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/psmath.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA:NCTM.
- Niess, M. & Garofalo, J. (2006). Preparing teachers to teach mathematics with technology: key issues, concerns and research questions. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (SITE)*; March 19, 2006 (s. 3796-3801). Orlando, Florida, USA : AACE.
- Norton, P. and Hathaway, D. (2008). On Its Way to K-12 Classrooms, Web 2.0 Goes to Graduate School. *Computers in the Schools*, 25(3), s. 163-180.
- Nurmi, S., Jaakkola, T. (2005). “Problems Underlying the Learning Object Approach”. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. November 2005. Volume 1 Number 12. ISSN 1550-6908.
- Odabaşı, F., Kuzu, A., & Uluuysal, B. (2011). FATİH Projesinin Türkiye'deki Yaşam Boyu Öğrenme Politikalarına Getirebileceği Katkılar. In *5th International Computer&Instructional Technologies Symposium* (Vol. 360, p. 365).
- Olgun, M.P., (2001). Okulöncesi eğitim kurumlarında çalışan eğitimcilerin bilgisayar destekli eğitim hakkındaki görüş ve tutumlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*.
- Öçal, M. F. & Şimşek, M. (2017a). Matematik öğretmen adaylarının FATİH projesi ve matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(1), 91-121.

- Öçal, M. F. ve Şimşek, M. (2017b). Pergel-çiz-geç ve Geogebra inşaları üzerine: Öğretmenlerin geometrik inşa süreçleri ve görüş-leri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 219–26.
- Öçal, M. F., Şimşek, M. & Kapucu, S. (2021). Measuring the height of a flag pole using smartphone GPS and orientation sensors. *PRIMUS*, 31(9), 1007-1019.
- Önal, N. (2014). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Bilişim Teknolojileri Yeterliliklerine İlişkin Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Önal, N., & Çakır, H. (2016). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde bilişim teknolojileri kullanımına ilişkin görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1).
- Öner, A, T. (2009). İlköğretim 7.Sınıf Cebir Öğretiminde Teknoloji Destekli Öğretimin Öğrencilerin Erişi Düzeyine, Tutumlarına ve Kalıcılığa Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Özgen, K., & Pesen, C. (2008). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ve öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (11), 69-83.
- Özpostacı Ö. (2022). Fonksiyon öğretiminde 5e modeline uygun web 2.0 araçları ile işlenen canlı derslerin değerlendirilmesi: Bir eylem araştırması. Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Öztürk, B., Tutkun, Ö.F., & Demirtaş, Z. (2011, Mayıs). Matematik Öğretiminde Matematik Yazılımları: Dinamik Geometri ve Bilgisayar Cebir Sistemleri Matematik Eğitiminde Matematik Yazılımları: Dinamik Geometri ve Bilgisayar Cebir Sistemleri. 11. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansında (s .1756).
- Öztürk, E., (2019). İlkokul öğretmenlerinin derslerinde dijital içeriklerden yararlanma durumları. Yüksek Lisans Tezi, *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Aydın.
- Öztürk, M., Akkan, Y., Buyuksevindik, B., & Kaplan, A. (2016). Additional operation learning process to the mild intellectual disabilities students by means of virtual manipulatives: A multiple case study. *Egitim ve Bilim-Education and Science*, 41(188).
- Pala, F. K., Arslan, H., & Özdiç, F. (2017). Eğitim bilişim ağı web sitesinin otantik görevler ve göz izleme ile kullanılabilirliğinin incelenmesi.
- Peker, Ö. (1985). *Ortaöğretim Kurumlarında Matematik Öğretiminin Sorunları, Matematik Öğretimi ve Sorunları*, Ankara : TED Yayınları, 52.
- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S. & Akkaya, R. (2012b). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme

- nesnelerini kullanma yeterlilikleri, *MAT-DER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(0), 13-20.
- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlilikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Protheroe, N. (2007). What Does Good Math Instruction Look Like?. *Principal*, 87(1), 51-54.
- Rehak, D. R. & Mason, R. (2003). 'Keeping the Learning in Learning Objects', in Littlejohn, A. (ed.) *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to ELearning*, London and Sterling VA, Kogan Page, pp. 20- 34.
- Reimer, K. & Moyer, PS (2005). Üçüncü sınıf öğrencileri sanal manipülatifleri kullanarak kesirleri öğreniyor: Bir sınıf çalışması. *Matematik ve Fen Öğretiminde Bilgisayar Dergisi*, 24 (1), 5-25.
- Rodriguez, M. (2019). Impact of Implementing Graphing Calculators on College Algebra Students' Performance, Satisfaction, and Motivation. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(6), 96-109.
- Salas, K. & Ellis, L. (2006). The development and implementation of learning objects in a higher education setting. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Object*, (2).
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009a). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. London: Routledge.
- Sarı, M. H., & Altun, S. (2015). Sınıf öğretmenlerinin matematik öğretiminde teknoloji kullanımı üzerine nitel bir araştırma.
- Schunk, D. H. (2009). *Öğrenme teorileri*. (Çev. Ed.: M. Şahin). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Senemoğlu, N. (1998). Gelişim ve öğrenme kuramdan uygulamaya. Burdur: Süleyman Demirel Üniversitesi, Burdur Eğitim Fakültesi.
- Serow, P., & Callingham, R. (2011). Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology, Pedagogy and Education*, 20 (2), 161-173.
- Shellard, E., & Moyer, P. S. (2002). What Principals Need to Know about Teaching Math. Alexandria, VA: National Association of Elementary School Principals and Education Research Service

- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Sowell, E.J. (1989). Manipülatif materyallerin matematik öğretimindeki etkileri. *Matematik eğitiminde araştırma dergisi*, 20(5), 498-505.
- Stacey, K. & MacGregor, M. (2001). Curriculum reform and approaches to algebra. In R. Sutherland, T. Rojano, A. Bell, & R. Lins (Eds.), *Perspectives on school algebra* (pp. 141-154). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99-120.
- Stein, M. K., & Bovalino, J. W. (2001). Manipulatives: One piece of the puzzle. *Teaching Children Mathematics*, 6(6), 356-359.
- Suh, J. M. (2005). Third graders' mathematics achievement and representation preference using virtual and physical manipulatives for adding fractions and balancing equations. (Unpublished doctoral dissertation). *George Mason University*, Virginia.
- Suh, J., & Moyer-Packenham, P. (2007). Developing students' representational fluency using virtual and physical algebra balances. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(2), 155-173.
- Swadener, M. ve Soedjadi, R. (1988). Values, mathematics education and the task of developing pupils' personalities: An Indonesian Perspective. *Educational Studies In Mathematics*. Vol. 19, No: 2, May, 193-208.
- Şimşek, E., Kuru Yücekaya, G. (2014). Dinamik Geometri Yazılımı ile Öğretimin İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 15(1), 65-80.
- Şimşek, Ö. Ü. M., & Yazıcı, Ö. Ü. N. Matematik Öğretiminde Dijital Araçların Kullanımı.
- Taşpınar-Şener, Z., & Bulut, A.S. (2022). 4. ve 8. Sınıf Matematik Ders Kitaplarının TIMSS Bilişsel Alanlarına Göre Analizi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (Özel Sayı), 46-83.
- Temel Doğan, D. (2017). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının sanal manipülatifleri ders planına entegre etme süreçlerinin incelenmesi: Cebir kazanımlarına yönelik örnekler. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Temür, T. (2022). Sanal manipülatif kullanımının 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusuna yönelik kavram yanlışlarını gidermede rolü. Yüksek Lisans Tezi, *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Tokat.

- Terzioğlu, N.K. (2020). Zihinsel Yetersizliği Olan Öğrencilere Dört İşlem Becerilerinin Öğretiminde Sanal-Yarı Somut-Soyut Öğretim Stratejisinin Etkililiği. Doktora Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Bolu.
- TIMMS19 Report (2019). Retrieved June 9, 2022 from <https://timss2019.org/reports/download-center>
- Toluk, Z. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Matematik Nedir. *İlköğretim-Online*, 2(1), 36-41.
- Tondeur, J., van Braak, J., Guoyuan, S., Voogt, J., Fisser, P. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*. 59. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.10.009.
- Topçu, H., Küçük, S. & Göktaş, Y. (2014). Sınıf Öğretmeni Adaylarının İlköğretim Matematik Öğretiminde Eğitsel Bilgisayar Oyunlarının Kullanımına Yönelik Görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 5(2), 119-136. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkbilmat/issue/21573/231476>
- Türel, Y. K. (2008). Öğrenme nesneleri ile zenginleştirilmiş öğretim ortamlarının öğrenci başarıları tutumları ve motivasyonları üzerindeki etkisi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi) *Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Elazığ.
- Türker, A., & Güven, C. (2016). Lise öğretmenlerinin Eğitim Bilişim Ağı (EBA) projesinden yararlanma düzeyleri ve proje ile ilgili görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 244-254.
- Ukdem, Ş. (2021). 3. Sınıf Kesirler Konusunda Somut ve Sanal Manipülatif Destekli Öğretim Uygulamalarının Kavrama ve Motivasyona Etkisi (Doctoral Dissertation), *Necmettin Erbakan University, Konya*.
- URL 1: Polypad – Virtual Manipulatives (mathigon.org) Erişim Tarihi: 10.05.2023
- Uskun, K. A. (2020). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Dört İşlem Problemlerinde Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımının Problem Çözme ve Problem Kurma Başarılarına Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. *Kırşehir Üniversitesi*.
- Uttal, D. H., Scudder, K. V., & DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 18(1), 37-54.
- Ünlü, M. (2017). Pre-service mathematics teachers' views about using instructional materials in mathematics lessons. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 10-34.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1996). *Assessment and Realistic Mathematics Education*. Utrecht, The Netherlands: Cd-B Press.

- Vatansever, S. (2007). İlköğretim 7.Sınıf Geometri Konularını Dinamik Geometri Yazılımı Geometer's Sketchpad İle Öğrenmenin Başarıya, Kalıcılığa Etkisi ve Öğrenci Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Vural, B. (2004). *Eğitim-öğretim teknoloji ve materyal kullanımı*. (1. Baskı). İstanbul: Hayat Yayıncılık
- Wagner, E. (2002), "The New Frontier of Learning Object Design", eLearning developers Journal August, 2002.
- Weller, M. (2004). Learning objects and the e-learning cost dilemma. *Open Learning*, 19(3), 293-3.
- Wiley, D. A. (2000). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Retrieved May 07, 2012, from <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wilson, A. M. (1992). The INVEST Program: A Computer-Based System for Adult Academic Upgrading. A Pilot Study. Research report, Cumberland Campus of Nova Scotia Community College. (ED 377 896).
- Woodward J., Camine, D., & Gersten, R. (1988) Teaching problem solving through computer simulations. *American Educational Research Journal*. 25 (1), 72-86.
- Yanik, H. B. (2013). Learning Geometric Translations in a Dynamic Geometry Environment. *Education & Science/Eğitim ve Bilim*, 38(168), 272-187.
- Yeniçeri, Ü. (2013). İlköğretim 6. Sınıf matematik öğretim programında yer alan kesirler alt öğrenme alanı kazanımlarının öğretiminde sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin başarılarına etkisi Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yuan, Y., Lee, C. Y., & Wang, C. H. (2010). A comparison study of polyominoes explorations in a physical and virtual manipulative environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(4), 307-316.
- Yurt, Ö., & Cevher Kalburan, N. (2011). Early childhood teachers' thoughts and practices about the use of computers in early childhood education. *Procedia Computer Science*, 3, 1562-1570.
- Yüksel, DEDE ve Argün, Z. (2004). Matematiksel düşüncenin başlangıç noktası: Matematiksel kavramlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 39 (39), 338-355.
- Zengin, Y. (2019). Development of mathematical connection skills in a dynamic learning environment. *Education and Information Technologies*, 24(3), 2175-219.

EKLER

EK 1. Sanal Manipülatiflerin ve Simülasyonların Kullanımı ile ilgili Öğretmen Görüşleri Anketi

Değerli Öğretmenimiz,

Bu araştırma matematik öğretimde yer alan okul öncesi, ilkokul, ortaokul matematik ve lise matematik öğretmenlerinin sanal manipülatifler ve simülasyonlar hakkındaki görüşlerini, tutumlarını ve kullandıkları yazımları belirlemek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışma tarama çalışmasıdır ve herhangi bir deneysel işlem içermemektedir. Siz gönüllülerden istenen samimiyetle formda verilen soruları gerçek ve doğru olarak işaretlemeniz. Araştırmadan elde edilen veriler kesinlikle kişisel olarak kullanılmayacak ve toplu olarak değerlendirilecektir. Bu konuda yardımlarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Araştırmacılar: Prof. Dr. Güler TULUK, Yüksek Lisans Öğrencisi Özgenur Yılmaz

Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğunuz tarafınıza bildirildi ve sorumlu araştırmacıya haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğiniz anda bu çalışmadan çekilebileceğiniz ifade edildi. Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı ya da destekleyen kuruluş, çalışma programının gereklerini yerine getirmedeki ihmaliniz nedeniyle ya da araştırma prosedürüne bağlı olarak onayınızı almadan sizi çalışma kapsamından çıkarabilmektedir. Araştırma kapsamındaki bütün işlemler için sizden ya da bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Gönüllünün kimliğini ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi gönüllünün kimliği gizli kalacaktır.

Yukarıda konusu ve amacı belirtilen ve araştırmadan önce gönüllüye / katılımcıya verilmesi gereken bilgileri gösteren Aydınlatılmış Onam Formunu okudum ya da bana okunmasını sağladım. Araştırma hakkında yukarıda ismi olan ilgili tarafından önce sözlü sonra yazılı olarak bilgilendirildim. Katılmam istenen çalışmanın amacını, içeriğini, gönüllü / katılımcı olarak üzerime düşen sorumluluklarımı tamamen anladım. Çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkânı buldum ve doyurucu cevaplar aldım. Bana çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Bu koşullarda;

- a. Söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.
- b. Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi, kurum ve kuruluşların erişebilmesine,
- c. Çalışmadan elde edilen bilgilerin kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Ek başkaca bir açıklamaya ihtiyaç duymadan söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın bu çalışmaya gönüllü olarak katılmayı

() Kabul Ediyorum

() Kabul Etmiyorum

EK 1'in devamı

- 1. Cinsiyetiniz:** ☐ Kadın ☐ Erkek
- 2. Yaşınız:** ☐ 22 – 29 ☐ 30 – 39 ☐ 40 – 49 ☐ 50 – 59 ☐ 60 ve üstü
- 3. Eğitim durumunuz:** ☐ Lisans ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora
- 4. Meslekteki kıdeminiz:** ☐ 0 – 5 ☐ 6 – 10 ☐ 11 – 15 ☐ 16 – 20 ☐ 21 ve üstü
- 5. Branşınız:** ☐ Okul öncesi öğretmeni ☐ İlkokul öğretmeni ☐ Ortaokul mat öğretmeni
☐ Lise matematik öğretmeni ☐ Bilim Sanat merkezi öğretmeni
- 6.Ortaokul matematik öğretmeni iseniz okul türünüzü seçiniz?**
☐ İmam Hatip Ortaokulu ☐ Düz Ortaokul
- 7. Lise matematik öğretmeni iseniz okul türünüzü seçiniz?**
☐ Fen Lisesi ☐ Anadolu Lisesi ☐ İmam Hatip Lisesi ☐ Sosyal Bilimler Lisesi
☐ Güzel Sanatlar Lisesi ☐ Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ☐ Sağlık Meslek Lisesi
☐ Diğer
- 8. Matematik öğretiminde kullanılan sanal manipülatif ve simülasyonların kullanım sıklıklarını aşağıdaki öğrenme alanlarına göre değerlendiriniz?**

Okul Öncesi Öğretmeni iseniz cevaplayınız.

Öğrenme Alanları	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4	5 Çok Sık Kullanıyorum
Sayma	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Toplama	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Çıkarma	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Basamak Değeri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Ölçme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Örüntü	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
İzleme-Boyama	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

İlkokul Öğretmeni iseniz cevaplayınız.

Öğrenme Alanları	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4	5 Çok Sık Kullanıyor
Sayılar ve İşlemler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Geometri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Ölçme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Veri İşleme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Ortaokul Matematik Öğretmeni iseniz cevaplayınız. ;

Öğrenme Alanları	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4	5 Çok Sık Kullanıyor
Sayılar ve İşlemler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Cebir	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Geometri ve Ölçme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Veri İşleme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Olasılık	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Lise Matematik Öğretmen iseniz cevaplayınız.

Öğrenme Alanları	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4	5 Çok Sık Kullanıyor
Sayılar ve Cebir	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Geometri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Veri, Sayma ve Olasılık	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

9. Aşağıda isimleri verilen Sanal manipülatif ve simülasyon içeren siteleri hangi sıklıkta kullanıyorsunuz?

Sanal Manipülatif ve Simülasyon Siteleri	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4	5 Çok Sık Kullanıyorum
<u>TEGM Materyal</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Matematik EBA</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>https://www.eba.gov.tr/</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>https://nrich.maths.org/</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Funbrain</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Illuminations (NCTM)</u> (bir kısmı ücretli)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>GeoGebra</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>https://www.morpakampus.com/</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Resources To Learn Mathematics PBS</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>http://www.shodor.org/interactivate/</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Math is Fun</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Fun Kids Online Math Games</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>İlkokul öğrencileri için Matematik Oyunları ve Çalışma Sayfaları Çevrimiçi Matematik Öğrenimi</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Topmarks</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>MathNook</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>https://dersekranda.com</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>http://www.math.com</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Polypad – Virtual Manipulatives</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Learning Apps</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>Mr. Nussbaum Math Activities</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>http://www.dersoyunlari.com/</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<u>https://wordwall.net/tr</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

http://www.mustafakabul.com/	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Cool Math	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
En İyi Matematik Oyunları 150+ Matematik Oyunu MentalUP	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fuel the Brain Educational Games & Resources	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bridges in Mathematics The Math Learning Center MLC	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ABCya	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ictgames html5 Home Page	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
GraphSketch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
PBS KIDS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Math Playground	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Conceptua Math - Activate Learning	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
PhET	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CODAP	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
LearnZillion	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
https://nzmaths.co.nz/	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
NLVM (ücretli)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Diğer. Lütfen belirtiniz	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Diğer. Lütfen belirtiniz	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Diğer. Lütfen belirtiniz	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

10. Aşağıda isimleri verilen Biçimlendirici değerlendirme araçlarını hangi sıklıkta kullanıyorsunuz?

Biçimlendirici değerlendirme araçları	1 Hiç Kullanmıyorum	2	3	4 Çok Sık Kullanıyorum	5
Animasyon oluşturma (<u>powtoon</u> , <u>moovly</u> , <u>animatron</u> , <u>GoAnimate</u> (VYond), vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Video Oluşturma ve Düzenleme Araçları (<u>animasyon</u> , <u>kizoa</u> , <u>kapwing</u> <u>Movavi</u> , vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Etkileşimli Malzeme Hazırlama(<u>oyun</u> <u>alanı</u> , <u>Edpuzzle</u> , <u>fet</u>)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bulmaca ve Bilgi Kartı Hazırlama(<u>Quizlet</u> , <u>Bulmaca</u> <u>laboratuvarları</u> , <u>yapboz</u> <u>gezegeni</u> , vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Eğitici Oyun Hazırlama(<u>aksiyona</u> <u>bağlı</u> , <u>eğitici oyun</u> , <u>AmaçOyunlar</u> , <u>Kelime</u> <u>duvarı</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
İşbirliğine Dayalı Çalışmayı Destekleyen Araçlar(<u>Mentimetre</u> , <u>Padlet</u> , <u>Google</u> <u>Belgeleri</u> , <u>Nearpod</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları(<u>Aurasma</u> (HP Gösterimi) , <u>Blippar</u> , <u>Google Expeditions</u> , <u>Quiver</u> <u>Eğitimi</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kavram Haritası oluşturma Araçları(<u>akıl</u> <u>hocası</u> , <u>kabarcık</u> , <u>miro</u> <u>poppet</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Çevrimiçi Test Hazırlama(<u>kahoot</u> , <u>Quizlet</u> , <u>bilgi yarışması</u> , <u>sokratik</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sanal Sınıf oluşturma(<u>Google Sınıfı</u> , <u>Edmodo</u> , <u>parmak arası ızgara</u> vb)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Video Konferans ve Eşzamanlı Ders (<u>yakınlaştır</u> , <u>Cisco Webex</u> , <u>Google</u> <u>Hangouts</u> , <u>Microsoft Ekipleri</u> <u>Math</u> <u>Interactives</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Web Sitesi ve E-Portfolyo oluşturma(<u>Blogger</u> , <u>Wordpress</u> , <u>Orta</u> , <u>Google Siteleri</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

Anket oluşturma(<u>Google Formlar</u> , <u>Anket maymun</u> , <u>maymun</u> , <u>SoGoSurvey</u> vb)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kelime Bulutu oluşturma(<u>Kelimsanatı</u> , <u>kelime bulutları</u> , <u>cevap bahçesi</u> , <u>kelime</u> <u>çıktısı</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Dijital Hikaye ve Dergi Hazırlama(<u>hikaye</u> <u>atlamacı</u> , <u>hikaye kuşu</u> , <u>Toontastic</u> , <u>Penzu</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Poster Hazırlama(<u>canva</u> , <u>günlükçü</u> , <u>kolayca</u> , <u>Postermyswall</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Avatar oluşturma(<u>Mojipop</u> , <u>MomentCam</u> , <u>gevezelik</u> vb)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
STEM Araçları(<u>Bilim Dergisi</u> , <u>Go-</u> <u>Lab</u> , <u>Öğrenme Efsaneleri</u> , <u>kod</u> , <u>Kaşımak</u> <u>vb.</u>)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Yabancı Dil Araçları Araçları(<u>Duolingo</u> , <u>Busuu</u> , <u>sesli</u> <u>ekran</u> , <u>Speechyard</u> , <u>şarkı sözü</u> vb.)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Akademik İçeriklere Ulaşma(<u>Google</u> <u>bilgini</u> , <u>Elsevier-tr</u> , <u>bilim</u> <u>merkezi</u> , <u>Mendeley</u> , <u>Zotero</u> , <u>Araştırma</u> <u>kapısı</u> vb)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Alternatif Uygulamalar „ <u>Google</u> <u>Keep</u> , <u>esprili çizgi romanlar</u> , <u>camtasia</u> vb)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik öğretiminde Alternatif Uygulamalar <u>Kaşımak</u> , <u>Desmos</u> <u>Harika</u> , <u>Ücretsiz Matematik</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik öğretiminde yazılımlar <u>Geogebra</u> , <u>Mathematica</u> , <u>maple</u>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Diğer.Lütfen belirtiniz.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

11. Matematik öğretiminde sanal manipülatifleri ve simülasyonları kullanmaya yönelik düşünceleriniz nelerdir?

Matematik öğretiminde sanal manipülatif ve simülasyonların kullanımı	1 Kesinlikle Katılmıyorum	2	3	4 Kesinlikle Katılıyorum	5
Konunun içeriğini ve öğrenme hızını bireyselleştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sınıf yönetimini zorlaştırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Önceden mümkün olmayan şekillerde test etme imkanı sağlayarak yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilere normal şartlarda var olmayan öğrenme fırsatları sunar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencileri matematik öğrenimine motive ederek hedef odaklı davranışa teşvik eder.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında kolaylık sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin akran işbirliğine teşvik eder.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Mevcut öğretim müfredatına uyarlanabilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematisel kavramların görsel temsilleri öğrenenlerin ilişkileri keşfetmesine izin verir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Derslerin öğrenciler tarafından oyun olarak algılanmasına sebep olur.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin matematik bilgisiyle iletişim kurmalarını (problem kurma, çözümün açıklanması, sınıfta sunulması vb.) engelleyebilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Problem çözme sürecinde öğrenci yaşantılarını (sorgulama, akıl yürütme, akran işbirliği vb.) kısıtlayabilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Psikomotor becerileri gelişmesine olumlu katkı sağlamayabilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin materyalle olan etkileşimine katkı sınırlar getirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Uzamsal düşünme ve uzamsal becerilerin gelişmesine katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

Öğrencilerin imgelemeyi uzamsal ve görsel bilgileri temsil etme becerisini geliştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Çoklu gösterimler, farklı temsiller arasında derin bir anlayış geliştirmeye yardım eder.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilere ihtiyaç duyduğunda ipuçları vererek ve hataları algıladığında geri bildirim sağlayarak daha verimli öğrenmeyi sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematiksel ilişkileri kullanmada sanal ortamları kullanmaya izin verir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bir problemi dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmeye katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik ve teknoloji arasındaki ilişkiyi artırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin bilgisayar okur yazarlığının gelişmesine katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tahmin etme ve zihinden işlem becerilerini geliştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Yeni bilginin bellekteki bilgiyle ilişkilendirerek öğrenilmesini sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik dersine olan ilginin artmasına katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azalmasına katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin öğrenme hızının artmasına katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bilgi aracı olarak öğrenmeyi yapılandırarak destekler ve keşfederek öğrenmeyi sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerin öğrenme ortamında pasifleşmelerine neden olur.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilerini, materyali değiştirerek içeriğe aktif olarak katılmalarını sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fatih projesi için gereklidir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Soyut kavramların somutlaştırılmasında etkilidir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaya katkı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Daha fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil olmasını sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK 1'in devamı

Öğrencileri, kendi öğrenmelerinden sorumlu hale getirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hem kavramsal hem de işlemsel anlamada öğrencileri destekler.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

12. Öğrencilerinizin sanal manipülatif ve simülasyon kullanması için velilerinizi bilgilendirir ve tavsiye eder misiniz?

☐ Evet ☐ Hayır

13. Öğretmen arkadaşlarınıza sanal manipülatif ve simülasyon kullanmasını tavsiye eder ve bilgilendirir misiniz?

☐ Evet ☐ Hayır

14. Bilişim teknolojileri ile ilgili hizmet içi eğitim aldınız mı?

☐ Evet ☐ Hayır

Anket sona ermiştir. Katılımınız için teşekkür ederiz.

EK 2. Anketin Uygulanmasında Valilik Onayı



T.C.
KASTAMONU VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-22926744-44-64850044
Konu : Araştırma İzni (Özgenur YILMAZ)

02/12/2022

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi: a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarihli ve 1563890 (Genelge No:2020/2) sayılı emirleri.
b) Kastamonu Üniversitesi Rektörlüğünün 15/11/2022 tarih ve 2200125172 sayılı yazısı.

Kastamonu Üniversitesinin ilgi (b) tarih ve sayılı yazısına istinaden Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tezli yüksek lisans öğrencisi Özgenur YILMAZ'ın hazırlamış olduğu "Öğretmenlerin Matematik Derslerinde Sanal Manipülatifleri ve Simülasyonları Kullanmalarına İlişkin Görüşleri" konulu araştırma çalışmasını İlimizdeki Okul/Kurumlarda görevli Öğretmenlere uygulaması ile ilgili inceleme ve değerlendirme Komisyon Kararı ilişikte sunulmuştur.

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü tezli yüksek lisans öğrencisi Özgenur YILMAZ'ın araştırma çalışmasını İlimizdeki Okul/Kurumlarda görevli Öğretmenlere 2022-2023 eğitim öğretim yılında gönüllülük esasına göre kurumun eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmadan uygulaması ve sonuçlarının değerlendirilmesi Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Serkan DEMİRKIRAN
İl Millî Eğitim Müdür V.

OLUR
Ahmet COŞKUN
Vali a.
Vali Yardımcısı V.

Adres : Aktekte Mah. Yalçın Cad.No:12/1

Telefon No : 0 (366) 290 37 58

E-Posta:

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: Adem DEMETCİOĞLU

Unvan : Memur

İnternet Adresi: dinogretilmi37@meb.gov.tr

Faks:3662903709

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 2a53-09b1-39cc-9b12-9f11 koda ile teyit edilebilir.