

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÖZEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
ZİHİN ENGELLİLER EĞİTİMİ BİLİM DALI



MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN
ÖĞRENCİLERE SÖZLÜ PROBLEM ÇÖZME BECERİSİNİN
ÖĞRETİMİNDE SANAL-YARI SOMUT-SOYUT ÖĞRETİM
DİZİSİNİN ETKİLİLİĞİ: KARMA YÖNTEMLER
ARAŞTIRMASI

DOKTORA TEZİ

NIHAL ŞEN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Ahmet YIKMIŞ

BOLU, OCAK - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nihal ŞEN tarafından hazırlanan “**MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERE SÖZLÜ PROBLEM ÇÖZME BECERİSİNİN ÖĞRETİMİNDE SANAL-YARI SOMUT-SOYUT ÖĞRETİM DİZİSİNİN ETKİLİLİĞİ: KARMA YÖNTEMLER ARAŞTIRMASI**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Özel Eğitim Anabilim Dalı Zihin Engelliler Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 5/01/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Ahmet YIKMIŞ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Banu ALTUNAY
Gazi Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Elif SAZAK DUMAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Emine ERATAY
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Hakan SARI
Necmettin Erbakan Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programda enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için 29.11. 2021 tarihinde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan 2021/11 no'lu toplantısında 2021/482 protokol sayısı ile etik kurul izni alınmıştır.

Bu çalışma için Şanlıurfa Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden, 19/05/2022 tarih ve E-47377298-44-49933316 sayılı yazı ile araştırma izni alınmıştır.

.....

NİHAL ŞEN



Lösemili Çocuklara...

ÖZET

**MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERE SÖZLÜ
PROBLEM ÇÖZME BECERİSİNİN ÖĞRETİMİNDE SANAL-YARI
SOMUT-SOYUT ÖĞRETİM DİZİSİNİN ETKİLİLİĞİ:
KARMA YÖNTEMLER ARAŞTIRMASI
DOKTORA TEZİ
NİHAL ŞEN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÖZEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
ZİHİN ENGELLİLER EĞİTİMİ BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. AHMET YIKMIŞ)
BOLU, OCAK - 2024
XII + 207 SAYFA**

Bu araştırmada a) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde sanal-yarı somut-soyut (VRA) öğretim dizisinin etkililiğinin belirlenmesi, b) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesi, c) VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılması amaçlanmaktadır. Eş zamanlı karma yöntemler araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirilen bu araştırmaya, matematik öğrenme güçlüğü olan ve yaşları 12 ile 13 arasında değişen üç erkek öğrenci katılmıştır. Araştırma sürecinde nicel veriler görsel analiz ve etki büyüklüğü hesaplamalarıyla, nitel veriler ise içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu, öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performansları üç aşamalı sözlü problemlere genelleyebildiklerini ve müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini sürdürdüklerini göstermektedir. Araştırmanın sosyal geçerlik verileri ise, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin VRA öğretim dizisine ilişkin olumlu görüşlerini yansıtmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin problem çözme sürecinde en çok anlama, dönüştürme ve süreç becerileri ile ilgili hatalar yaptıkları belirlenmiştir. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin önemli bir rolü olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeylerini artırdığını ve hata yapma olasılığını azalttığını göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Matematik Öğrenme Güçlüğü, Sanal-Yarı Somut-Soyut Öğretim Dizisi, Sanal Manipülatifler, Sözlü Problemler, Karma Yöntemler Araştırması

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF VIRTUAL-REPRESENTATIONAL- ABSTRACT INSTRUCTIONAL SEQUENCE IN TEACHING WORD PROBLEM SOLVING SKILLS TO STUDENTS WITH MATHEMATICS LEARNING DISABILITIES: MIXED METHODS RESEARCH

PHD THESIS

NİHAL ŞEN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF.DR. AHMET YIKMIŞ)

BOLU, JANUARY 2024

XII + 207 PAGES

In this study, it is aimed to a) determine the effectiveness of virtual-representational-abstract (VRA) instructional sequence in the acquisition, maintenance and generalization of word problem solving skills of students with mathematics learning disabilities, b) determine the types and frequencies of errors made by students with mathematics learning disabilities in the word problem solving process and examine the role of VRA instructional sequence in reducing these errors, c) make meta-inferences about the role of intervention in understanding the effect of VRA instructional sequence on the word problem solving success levels and reducing errors of students with mathematics learning disabilities. Three male students with mathematics learning difficulties, aged between 12 and 13, participated in this study, which was conducted using a convergent mixed methods research design. In the research process, quantitative data were analyzed by visual analysis and effect size calculations, and qualitative data were analyzed by content analysis method. The results of the study showed that the VRA instructional sequence was effective in the acquisition of word problem solving skills by students with mathematics learning disabilities, the students were able to generalize their performances in two stage word problem solving skills instruction to three-stage word problems, and the students maintained their word problem solving skills 1, 2, 3 and 4 weeks after the intervention ended. The social validity data of the study reflected the positive views of students with mathematics learning disabilities about the VRA instructional sequence. In addition, it was determined that students mostly made errors related to comprehension, transformation and process skills in the problem solving process. It was observed that the VRA instructional sequence had an important role in reducing the errors made by students with mathematics learning disabilities in the word problem solving process. In this context, the results of the study show that the VRA instructional sequence increases the word problem solving achievement levels of students with mathematics learning disabilities and reduces the possibility of making errors.

KEYWORDS: Mathematics Learning Disabilities, Virtual-Representational-Abstract Teaching Sequence, Virtual Manipulatives, Word Problems, Mixed Methods Research

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	4
1.3 Araştırmanın Önemi	5
1.4 Sınırlılıklar	8
1.5 Sayıltılar/Varsayımlar	8
1.6 Tanımlar.....	8
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	10
2.1 Problemin Tanımı ve Sınıflandırılması	10
2.1.1 Problemin Tanımı	10
2.1.2 Problem Türleri.....	11
2.2 Problem Çözme Becerisi	24
2.2.1 Problem Çözmenin Tanımı.....	24
2.2.2 Problem Çözme Aşamaları	24
2.2.3 Problem Çözme Başarısını Etkileyen Etmenler	29
2.2.4 Problem Çözmede Ölçme ve Değerlendirme	30
2.3 Sanal Manipülatif Uygulamaları.....	34
2.3.1 Sanal Manipülatifler	34
2.3.2 Sanal Manipülatiflerin Geliştirildikleri Ortamlar ve Özellikleri	38
2.3.3 Sanal Manipülatiflerin Faydaları ve Sınırlılıkları.....	49
2.4 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Matematik Öğretimi.....	56
2.4.1 Matematik Öğrenme Güçlüğü	56
2.4.2 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Problem Çözme.....	59
2.4.3 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Sanal Manipülatifler	61
2.4.4 Matematik Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilere Matematik Öğretiminde	
Kullanılan Öğretim Yöntemleri	62
2.5 İlgili Araştırmalar	69
3. YÖNTEM.....	80

3.1 Araştırmanın Felsefi Duruşu.....	80
3.2 Araştırmanın Modeli.....	83
3.3 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	91
3.4 Katılımcılar	91
3.4.1 Denekler.....	91
3.4.2 Uygulamacı.....	96
3.4.3 Gözlemciler	97
3.5 Ortam	97
3.6 Araç-Gereçler	98
3.7 Veri Toplama Araçları.....	99
3.7.1 Nicel Veri Toplama Araçları	99
3.7.2 Nitel Veri Toplama Araçları.....	102
3.8 Uygulama Süreci	103
3.8.1 Pilot Uygulama.....	103
3.8.2 Başlama Düzeyi Oturumları	103
3.8.3 Uygulama Oturumları.....	105
3.8.4 Genelleme Oturumları	111
3.8.5 İzleme Oturumları.....	112
3.8.6 Sosyal Geçerlik.....	113
3.9 Verilerin Toplanması	113
3.9.1 Nicel Verilerin Toplanması	113
3.9.2 Nitel Verilerin Toplanması	114
3.10 Verilerin Analizi	115
3.10.1 Nicel Verilerin Analizi	115
3.10.2 Nitel Verilerin Analizi.....	116
3.11 Geçerlik.....	117
3.11.1 Nicel Verilerde İç ve Dış Geçerlik.....	117
3.11.2 Nitel Verilerde Geçerlik Stratejileri	120
3.11.3 Karma Yöntemlerde Geçerlik	122
3.12 Güvenirlik	126
3.12.1 Nicel Verilerin Güvenirliği	126
3.12.2 Nitel Verilerin Güvenirliği.....	129
4. BULGULAR	131
4.1 Nicel Araştırma Bulguları.....	132
4.1.1 Etkililik Bulguları: Edinim, Genelleme ve İzleme	132
4.1.2 Sosyal Geçerlik Bulguları.....	136
4.2 Nitel Araştırma Bulguları	140
4.2.1 Hata Türlerine Yönelik Bulgular	140
4.2.2 Hata Oranlarına Yönelik Bulgular.....	144
4.3 Entegrasyon	146
5. TARTIŞMA	150
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	162
7. KAYNAKLAR.....	165
8. EKLER.....	179

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Değerlendirme Sürecinin Aşamaları.....	31
Şekil 2.2 Dodekahedron Sanal Manipülatif Uygulaması.....	37
Şekil 2.3 Tekli Temsil Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri	39
Şekil 2.4 Çoklu Temsil Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri	41
Şekil 2.5 Öğretici Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri.....	44
Şekil 2.6 Oyun Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri	46
Şekil 2.7 Simülasyon Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri	48
Şekil 2.8 Sanal Manipülatif Uygulamalarında Yönlendirme Örnekleri	52
Şekil 3.1 Araştırmanın Prosedür Diyagramı	86
Şekil 4.1 Sözlü Problemleri Çözme Doğruluk Yüzdesi.....	133
Şekil 4.2 Öğrencilerin Hata Türlerine Yönelik Frekans Grafiği.....	142
Şekil 4.3 Başlama Düzeyi, Uygulama ve İzleme Evrelerindeki Hata Oranları	145

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Birleştirme problemleri	12
Tablo 2.2 Ayırma problemleri	13
Tablo 2.3 Parça-parça-bütün problemleri	14
Tablo 2.4 Karşılaştırma problemleri	15
Tablo 2.5 Çarpma problemleri	17
Tablo 2.6 Bölme problemleri	19
Tablo 2.7 Çarpımsal karşılaştırma problemleri	20
Tablo 2.8 İki aşamalı problemler	22
Tablo 2.9 Çok aşamalı problemler	23
Tablo 2.10 Farklı araştırmacıların problem çözme aşamaları	26
Tablo 2.11 Sanal manipülatif uygulamaları	50
Tablo 2.12 Sanal ve somut manipülatifler arasında seçim yaparken göz önünde bulundurulması gereken sorular	53
Tablo 2.13 Sanal ve somut manipülatiflerin faydaları ve sınırlılıkları	54
Tablo 2.14 Sınıf düzeylerine göre temel matematik becerileri ve matematik öğrenme güçlüğü belirtileri	58
Tablo 2.15 VRA öğretim dizisinin kullanıldığı araştırmalar	70
Tablo 3.1 Araştırma sorularına göre paradigmatik varsayımlar ve epistemolojik, aksiyolojik ve ontolojik inançlar	82
Tablo 3.2 Araştırmanın uygulama matrisi	89
Tablo 3.3 Araştırmaya katılan deneklerin demografik özellikleri	95
Tablo 3.4 IMMS alt ölçekleri ve maddeleri	101
Tablo 3.5 Karma yöntemler araştırmalarında geçerlik türleri	123
Tablo 4.1 Nicel veri analizi bulguları	135
Tablo 4.2 Cenk'in IMMS sonuçları	137
Tablo 4.3 Utku'nun IMMS sonuçları	137
Tablo 4.4 Mert'in IMMS sonuçları	138
Tablo 4.5 Öğrencilerin iki aşamalı problemlerde yaptıkları hata türleri	141
Tablo 4.6 Nicel ve nitel verilerin ortak gösterimi	147

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

APA	: American Psychiatric Association
CCSS	: Common Core State Standards
CRA	: Concrete-Representational-Abstract
DEHB	: Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu
DSM	: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
IDEA	: Individuals with Disabilities Education Act
IMMS	: Instructional Materials Motivation Survey
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCES	: National Center for Education Statistics
NCLB	: No Child Left Behind
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
NLVM	: National Library of Virtual Manipulatives
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
OSB	: Otizm Spektrum Bozukluğu
ÖVY	: Örtüşmeyen Veri Yüzdesi
PISA	: Programme for International Student Assessment
TDK	: Türk Dil Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
VRA	: Virtual-Representational-Abstract
VA	: Virtual-Abstract
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında rehberliğini esirgemeyen, değerli fikirleri ve deneyimleriyle çalışmalarımı zenginleştiren, sabırlı ve özverili yaklaşımıyla beni her zaman destekleyen, öğrencisi olmaktan büyük bir onur duyduğum saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Ahmet YIKMIŞ'a gönülden teşekkür ederim.

Tez savunma jürimde olmayı kabul ederek beni onurlandıran, yoğun çalışmalarına rağmen bana zaman ayırarak araştırmamın geliştirilmesine katkı sunan ve araştırma sürecinde güler yüzlerini ve anlayışlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Banu ALTUNAY'a, Prof. Dr. Elif SAZAK DUMAN'a, Prof. Dr. Emine ERATAY'a ve Prof. Dr. Hakan SARI'ya içtenlikle teşekkür ederim.

Tez sürecim boyunca birlikte çalıştığım özel çocuklara, değerli ailelerine ve kıymetli öğretmenlerine tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca bu süreçte sonsuz anlayışı, karşılıksız yardımları ve gösterdiği sabrı için Tuncay ALP'e çok teşekkür ederim.

Doktora sürecimin her anında hiçbir desteğini esirgemeyen, umutsuz hissettiğim zamanlarda kendime vermem gereken değeri hatırlatarak beni her zaman motive eden sevgili eşim Doç. Dr. Sedat ŞEN'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Toplumumuzun yaşam kalitesinin artmasına ve ülkemizin sürdürülebilir gelişmesine hizmet eden, bilim ve teknoloji alanlarında yenilikçi, yönlendirici, katılımcı ve paylaşımcı bir kurum olma vizyonunu benimseyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), doktora eğitimimi 2211-E Doğrudan Yurt İçi Doktora Burs Programı ile desteklediği için sonsuz teşekkür ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından belirlenen öncelikli alanlarda ülkemizin doktoralı insan kaynağına olan ihtiyacını karşılamak üzere, yurtiçindeki devlet üniversitelerinde 100 tematik alanda YÖK Doktora Bursu ile doktora eğitimime büyük destek sağlayan Yükseköğretim Kurulu'na çok teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Matematik, “Biçim, sayı ve çoklukların yapılarını, özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri usbilim yoluyla inceleyen ve sayı bilgisi, cebir, uzam bilgisi gibi dallara ayrılan bilim” olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2021). Ayrıca, matematik dil, din, ırk ve ülke tanımadan uygarlıklardan uygarlıklara zenginleşerek geçen sağlam, kullanışlı ve evrensel bir dildir. İnsan hayatında önemli bir yere sahip olan matematik eğitimi, günlük yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır ve insanlara para yönetimi, bütçe oluşturma, alışveriş kararları, zamanı etkili kullanma gibi günlük yaşam becerilerini kazandırmada vazgeçilmezdir. Ayrıca, matematik eğitimi, öğrencilerin analitik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Bu beceriler, öğrencilerin diğer derslerdeki başarılarını olumlu bir şekilde etkiler ve akademik başarılarını artırır. Gelecekteki meslek seçimlerinde de matematik eğitiminin önemi giderek artmaktadır. Matematiksel becerilere sahip olmak, bilim, teknoloji, mühendislik, finans, istatistik, veri analizi gibi birçok farklı meslek alanında daha rekabetçi bir iş gücü oluşturma ve daha geniş kariyer olanaklarına sahip olmanın anahtarıdır (Rivera-Batiz, 1992; Shapka ve ark., 2006). Özellikle, üst düzey matematik becerileri daha yüksek test puanları (National Center for Education Statistics [NCES], 2011), üniversiteye daha fazla erişim ve üniversiteden sonra daha iyi maaş veren işlere erişim ile ilişkilidir (Casner-Lotto ve Barrington, 2006; Hanushek ve Woessmann, 2010). Bu bağlamda, matematik eğitime verilen önem, bireylerin sadece akademik başarısını değil, aynı zamanda gelecekteki kariyer imkanlarını artırarak toplumun ilerlemesine de katkı sağlar.

Matematik eğitimindeki reformlar, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989, 2000) tarafından geliştirilen Okul Matematiği için İlkeler ve Standartlar ile belirlenmiştir. Bu ilke ve standartlar, matematik müfredatında değişikliklere ve matematik eğitiminde standartlara dayalı reforma yönelik öğretime yol açmıştır (Rivera, 1998). Matematik öğretimi için kılavuz olan NCTM İlkeler ve Standartları'nda (2000) beş ana standarttan biri olan “Problem çözme, matematiği öğrenmenin yalnızca bir amacı değil, aynı zamanda bunu yapmanın önemli bir aracı olmakla birlikte matematik programının ayrı bir parçası değil, matematiğin bütünleyici bir

parçası” olarak tanımlanmıştır (NCTM, 2000). Matematiksel problem çözme becerilerine sahip olmak, matematik müfredatında (Krawec ve ark., 2013) ve bir öğrencinin okul ve kariyer hayatındaki başarısında (Hudson ve Miller, 2006) kritik öneme sahiptir.

Problem çözme öğrenciler için karmaşık bir süreçtir. Matematikteki başarı ile oldukça ilişkili olan problem çözme, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için de bir zorluk teşkil etmektedir (Geary, 2003). Bu öğrenciler genellikle bir problemi anlamada, problemi çözmek için bir çözüm yolu geliştirmede ve çözüm yolunu uygulamada sorun yaşarlar (Montague ve Applegate, 2000; Montague ve Bos, 1990; Montague ve ark., 1991). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, aynı zamanda çalışma belleği, işlem hızı ve yürütme işlevlerinde de eksiklik gösteren zayıf problem çözücülerdir (Geary, 2003; Johnson ve ark., 2010). Araştırmacılar, özellikle sözlü problemleri çözerken, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin dürtüsel olarak yanıt verdiklerini, deneme yanılma yöntemini kullandıklarını ve çözüm yolunu doğrulamakta akranlarından daha az başarılı olduklarını ifade etmektedir (Bryant ve ark., 2000; Fuchs ve Fuchs, 2002; Geary, 2003; Johnson ve ark., 2010). Ayrıca bu öğrenciler sözlü problem çözerken, hataları saptama ve düzeltme konusunda da yetersizlik gösterirler.

Son yıllarda özel eğitimde teknoloji kullanımı önemli ölçüde gelişme göstermiştir. Çağımızın en modern iletişim aracı olan internet kullanımı yaygınlaştıkça özel eğitimde teknolojinin kullanımı artmaya devam etmektedir. Bu teknoloji okuryazarlığı dalgasıyla birlikte araştırma ve uygulamada kayda değer bir büyümeye tanık olan ve sanal manipülatifler olarak adlandırılan yeni bir teknoloji geliştirilmiştir. Sanal manipülatifler, öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırmaları için sanal nesneleri manipüle etmelerini sağlayan teknoloji tabanlı, etkileşimli ve dinamik görsel nesnelerdir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Sanal manipülatifler, öğrencilerin bilgisayarlarda, tabletlerde ve diğer cihazlarda dijital alanlardaki matematik kavram ve becerileri manipüle etmelerine ve keşfetmelerine olanak tanımaktadır. Öğrenciler, matematik kavramlarına ve becerilerine yönelik soruların cevaplarını doğrulamak ve anında başarıyı görmek için sanal manipülatifleri kullanabilirler; ayrıca yanlış cevaplar hakkında anında geri bildirim alarak sorulara farklı bir şekilde yaklaşabilirler.

Matematikte önemli bir yere sahip olan problem çözme becerisinde somut-yarı somut-soyut (Concrete-Representational-Abstract [CRA]) öğretim dizisinin

(Milton ve ark., 2019; Strickland ve Maccini, 2013) kullanıldığı çalışmalar, düşük teknoloji somut manipülatiflere odaklanmaktadır; ancak karmaşık teknolojilerin kullanıldığı sanal manipülatifler, CRA öğretim dizisi içindeki somut manipülatifleri sanal manipülatiflerle değiştirmektedir ve böylece sanal-yarı somut-soyut (Virtual-Representational-Abstract [VRA]) öğretim dizisi (Bouck ve ark., 2017) oluşturularak öğretim gerçekleştirilmektedir. VRA öğretim dizisi, somut nesnelerin iki ya da üç boyutlu dijital hallerinin kullanıldığı sanal; çizgilerin, noktaların, diyagramların ve resimli kartların kullanıldığı yarı somut ve sayılar gibi matematiksel sembollerin kullanıldığı soyut olmak üzere birbirini ardışık bir sıra ile izleyen üç aşamadan oluşan bir öğretim dizisidir. Ayrıca VRA öğretim dizisi her aşamasında doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulama ve bağımsız uygulama basamakları ile birlikte kullanılmaktadır. Bu basamaklar, öğrencilere yeni kavramları veya becerileri etkili bir şekilde öğretmeyi amaçlamaktadır (Bouck ve ark., 2017).

Bugüne kadar matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisi ile ilgili sınırlı sayıda araştırma alanyazında yer almaktadır (Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018; Özdemir, 2017; Park ve ark., 2021; Root ve ark., 2021; Terzioğlu, 2020). Özel gereksinimli olan öğrencilere yönelik olarak VRA öğretim dizisinin etkililiği üzerine yapılan araştırmaların nicel araştırma yöntemleri ile sınırlı olduğu ve bu alanda karma yöntemlere yönelik yapılmış bir araştırmanın olmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum, araştırmacılara derinlemesine ve çok yönlü bilgiler sağlayacak yeni araştırma yolları açma fırsatı sunmaktadır. Karma yöntemler araştırma yaklaşımının, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini değerlendirmede çok yönlü bir bakış açısı sunabileceği açıktır. Bu yaklaşım, nicel veri aracılığıyla öğretim yönteminin genel etkisini istatistiksel olarak değerlendirirken, nitel veri ile öğrenci ve öğretmen deneyimlerini derinlemesine anlama olanağı tanır. Bu çok yönlü yaklaşım, hem nicel verilerin hem de nitel verilerin kullanılmasıyla daha kapsamlı ve bütüncül sonuçlara ulaşmamıza yardımcı olabilir. Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiği incelenmiştir. Araştırma bulgularının özel eğitim alanında çalışan öğretmenlere ve araştırmacılara yol göstereceği ve alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada a) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğinin belirlenmesi, b) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesi, c) VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

Nicel Sorular:

1. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkililiği nedir?
2. Müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini sürdürmeleri üzerindeki etkililiği nedir?
3. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performanslarının üç aşamalı sözlü problemlere genellenmesi üzerinde VRA öğretim dizisinin etkililiği nedir?
4. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler uygulamayı ne düzeyde faydalı bulmaktadır?

Nitel Sorular:

5. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türleri ve sıklıkları nelerdir?
6. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin rolü nedir?

Karma Yöntemler Entegrasyon Sorusu:

7. VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar nasıl bir içgörü sağlamaktadır?

1.3 Araştırmanın Önemi

21. yüzyıl becerileri arasında yer alan problem çözme farklı tanımlara sahip olmakla birlikte, çağdaş toplumların eğitim sisteminde yer alan problem durumlarını çözebilmeleri için gerekli olan yetenek seti olarak ifade edilmektedir (Greiff ve ark., 2014). Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]) üçer yıllık dönemlerde uyguladığı Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment [PISA]; OECD, 2013) 2012 yılından itibaren problem çözme becerisi için bir çerçeve benimsemektedir ve birçok ülkedeki eğitim sistemine dahil edilmesi gerektiğini savunmaktadır (Greiff ve ark., 2014). Milli Eğitim Bakanlığı'nın da (MEB, 2017) öğretim programlarında öğrencilerin problemleri çözebilen bireyler olarak yetiştirilmesini hedeflemesi, eğitim sisteminin daha nitelikli ve işlevsel bir hale gelmesi için önemli bir adımdır. MEB'in bu hedefi, geleneksel eğitim anlayışından ayrılarak öğrencilere analitik, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır. Analitik düşünme becerisi öğrencilere karmaşık bilgileri anlama ve bu bilgileri mantıklı bir şekilde analiz etme yeteneği kazandırmaktadır. Eleştirel düşünme becerisi, öğrencilerin bilgiye daha derinlemesine bakmalarını, düşünce süreçlerini açıkça ifade etmelerini ve mantıklı sonuçlara ulaşmalarını teşvik etmektedir. Bu beceriler, öğrencilerin sadece bilgiyi ezberlemek yerine bu bilgiyi anlamalarına ve sorgulamalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca eleştirel düşünme, günlük yaşamda karşılaşılan sorunları daha iyi ele alabilmek ve bilinçli kararlar vermek adına önemli bir rol oynamaktadır. Yaratıcı düşünme ise öğrencilerin mevcut bilgileri kullanarak farklı ve yenilikçi çözüm yolları üretmelerini veya alışılmadık sorunlara yaratıcı yaklaşımlar sunmalarını teşvik etmektedir. Bu beceriler, modern eğitim anlayışının temel taşlarından biridir çünkü öğrencilerin bireysel ve mesleki gelişimleri için son derece önemlidir.

Matematikte problem çözme becerisi, üst düzey düşünmeyi içeren önemli bir beceridir. Problem çözme; problem cümlesini anlama, çözüm için gerekli verileri seçme, problemi cevaplama ve bu cevabın doğru olup olmadığına karar verme gibi bilişsel süreçleri içermektedir (Charles, 1985). Bu süreç ayrıca problem çözme sırasında kavramları ve işlemleri bir araya getirmeyi, uygun stratejileri belirlemeyi ve bunları problemin çözümüne uygulayabilmeyi gerektirir (Bernardo, 1999). Bu karmaşık becerilerin birlikte kullanılmasını gerektirdiğinden dolayı,

problem çözme becerisinin diğer aritmetik becerilere göre, öğrenciler için zor bir beceri olduğu söylenebilir. Araştırmalar, düşük başarıya sahip veya matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için de problem çözmenin zor olduğunu göstermiştir (Fuchs ve Fuchs, 2002; Geary, 2003; Hanich ve ark., 2001; Montague ve Applegate, 1993). Bu öğrenciler, problem çözme becerilerini geliştirdikçe matematikle olan ilişkileri daha olumlu hale gelebilir. Problem çözme becerisi, matematik öğrenme korkusunu azaltabilir ve öğrencilerin daha rahat hissetmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, matematikte başarılı problem çözme deneyimleri, öğrencilerin özgüvenlerini artırabilir ve öğrenme engellerini aşmalarına yardımcı olabilir. Bu nedenle, mevcut araştırma, matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler için matematik öğretiminde problem çözme becerisinin önemli olduğunu ve bu becerinin geliştirilmesinin gerektiğini vurgulamak adına önemlidir.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerle çalışan öğretmenler ve araştırmacılar hem düşük performans gösteren hem de matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayacak öğretim yöntemlerine ihtiyaç duymaktadır. Geçmişteki araştırmalar matematikten çok okuma alanına odaklanmış olsa da, son yıllardaki araştırmaların öğrencilere matematik başarısında yardımcı olacak öğretim yöntem, teknik ve stratejilere odaklandığı görülmektedir (Bouck ve ark., 2018; Park ve ark., 2021; Root ve ark., 2021). Bu yöntemlerden biri olan doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisi özellikle temel kavramların ve becerilerin öğretimi için oldukça etkilidir (Bouck ve ark., 2022; Bouck ve ark., 2023; Long ve ark., 2023). Öğrencilere rehberlik eden bu yaklaşım, öğrenme sürecini daha yapılandırılmış ve destekleyici kılarak onların yeni kavramları ve becerileri daha etkili bir şekilde kazanmalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca özel gereksinimli öğrencilerin temel matematik gerçeklerine ilişkin bilgileri gerçek hayattaki sözlü problemlere aktarmalarına yardımcı olabileceği araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Root ve ark., 2021). Bu araştırmanın matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisini öğretmek için etkili öğretim yöntem ve teknikleri belirlemek adına alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

NCTM'nin 2000 yılında matematik eğitiminde temsillerin kritik rolüne yaptığı vurgudan sonra eğitimciler temsil çeşitlerinden biri olan sanal manipülatifleri özel gereksinimli öğrenciler için daha fazla kullanmaya başlamışlardır. Sanal manipülatifler problem çözme ve problem kurmada

öğrencilerin matematiksel kavramlar arasındaki ilişkiyi görmelerine ve kademeli olarak kendi bilgilerini oluşturmalarına yardımcı olmuştur; ayrıca manipülatiflerin kullanımı, gerçek hayat ile ilgili senaryo problemlerini çözme ve oluşturma yeteneklerini artırma potansiyeline de sahiptir (Rosli ve ark., 2015). Sanal manipülatifler, özel gereksinimli öğrencilerin öğretmenleri için yardımcı bir teknoloji olarak da yeni fırsatlar sunmaktadır. Özel gereksinimli öğrencilere yönelik sanal manipülatiflerin kullanımına ilişkin araştırmalar arttıkça, öğretmenler etkili ve verimli öğretimi nasıl oluşturabilecekleri hakkında daha fazla bilgiye sahip olacaklardır. Öğretmenlerden ve araştırmacılardan gelen geri bildirimler sayesinde daha verimli ve etkili bir şekilde sunulan sanal manipülatif uygulamalarının özel gereksinimli öğrencilerin eğitimlerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu bağlamda mevcut araştırmanın öğretmenlere ve araştırmacılara faydalı olması beklenmektedir.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, matematik derslerinde genellikle belirli kavram ve becerileri kısmen veya tamamen anlamada zorluklarla karşılaşır. Borasi (1994), matematiksel problem çözme süreçlerinde öğrenme döngüsünün bir parçası olarak hataları kullanmayı tercih etmektedir ve bu hataları öğrenme fırsatlarına dönüştürmeyi teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte hata analizi, öğrencilerin ne tür hatalar yaptıklarına ve bunları ne sıklıkla yaptıklarına odaklanan bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir (Borasi, 1994; Jones, 2014). Hata analizi, öğrencilerin yaptıkları hataları inceleyerek öğrencilerin ihtiyaçlarını daha iyi anlama fırsatı sunmaktadır. Bu durum, öğrencilerin hangi konularda veya becerilerde zorlandığını anlamak için önemlidir. Hata analizi sonuçlarına dayalı olarak, öğretmenler öğrencilerin hatalarını düzelterek ve eksikliklerini gidererek daha iyi sonuçlar elde edebilirler. Hata analizi, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek öğrenme deneyimlerinin bireyselleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, öğretmenler, öğrencilere neden hata yaptıklarını anlatarak ve nasıl düzeltebilecekleri konusunda rehberlik ederek onlarla daha etkili bir şekilde iletişim kurabilirler. Sonuç olarak, eğitimde hata analizi, öğrenci başarısını artırmanın yanı sıra öğretim süreçlerini geliştirmek ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek için güçlü bir değerlendirme yöntemidir. Mevcut araştırma kapsamında da, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için matematik öğretiminde hata analizine odaklanmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

1.4 Sınırlılıklar

Bu araştırma Şanlıurfa ilinde genel eğitim sınıflarında eğitim gören matematik öğrenme güçlüğü olan üç ortaokul öğrencisi ile sınırlandırılmıştır. Bu durumdan dolayı araştırma sonuçları diğer yetersizlik gruplarına ve farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilere genellenememektedir.

1.5 Sayıtlar/Varsayımlar

Bu araştırmaya katılan matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin aynı önkoşul becerilere ve yetersizlik türüne sahip olmalarının katılımcı seçiminde yeterli olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, araştırmaya katılan öğrencilerin sosyal geçerlik verilerini toplamak amacıyla hazırlanan ankette verdiği bilgilerin doğru olduğu varsayılmıştır.

1.6 Tanımlar

Matematik Öğrenme Güçlüğü: Matematik öğrenme güçlüğü; bireyin sayıları algılaması, aritmetik gerçekleri ezberlemesi, doğru ve akıcı hesaplama yapması ve doğru sayısal usamlama gibi matematikle ilgili temel becerilerde yaşanan zorlukları ifade eden bir terimdir (American Psychiatric Association, 2013).

Problem: Problem bir bireyin çözme gereksinimi duyduğu veya çözmek istediği, çözüm için bilinen hazır bir yolun olmadığı ve bireyin çözmeye çalıştığı bir durumdur (Van De Walle, 2004).

Sözlü Problem: Sözlü problem, matematiksel kavramları veya işlemleri gerçek dünya durumlarına veya sözel ifadelere dönüştüren, bir metin veya hikaye olarak sunulan matematiksel bir sorunu ifade eden bir terimdir.

Problem Çözme: Problem çözme, önceden öğrenilmiş kavram ve becerileri yeni durumlara uygulama sürecidir (NCTM, 2000).

Doğrudan Öğretim Yöntemi: Öğretimi yapılacak içeriğin küçük parçalara bölünerek analiz edilmesini, ipuçlarının düzenlenmesini ve sistematik bir şekilde geri çekilmesini, öğretmenlerin düzeltici dönütler vermesini gerektiren ve öğrencinin bağımsız hale gelmesini sağlayan yöntemdir (Rosenshine, 1982).

Somit-Yarı Somut-Soyut (CRA) Öğretim Dizisi: Dokunulabilen ve hareket ettirilebilen nesnelerin kullanıldığı somut; nesneleri temsil eden çizgilerin, noktaların, diyagramların ve şekillerin kullanıldığı yarı somut ve sayılar, semboller ve matematiksel ifadelerin kullanıldığı soyut olmak üzere birbirini ardışık bir sıra ile izleyen üç aşamadan oluşan bir öğretim dizisidir (Flores ve ark., 2014).

Sanal-Yarı Somut-Soyut (VRA) Öğretim Dizisi: Somut nesnelerin iki ya da üç boyutlu dijital hallerinin kullanıldığı sanal; çizgilerin, noktaların, diyagramların ve şekillerin kullanıldığı yarı somut ve sayılar, semboller ve matematiksel ifadelerin kullanıldığı soyut olmak üzere birbirini ardışık bir sıra ile izleyen üç aşamadan oluşan bir öğretim dizisidir (Bouck ve ark., 2017).

Somut Manipülatifler: Somut manipülatifler, matematik kavramlarını ve becerilerini öğretmek amacıyla kullanılan ve öğrencilerin dokunarak ve hareket ettirerek etkileşimde bulunabildiği nesnelerdir (Heddens, 2005).

Sanal Manipülatifler: Sanal manipülatifler, matematiksel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan, manipüle edilebilen tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik matematiksel bir nesnenin etkileşimli, teknoloji uyumlu ve görsel temsili olarak ifade edilir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Problemin Tanımı ve Sınıflandırılması

Matematik, insanlığın bilgi ve keşif yolculuğunda önemli bir rol oynamaktadır. Soyut kavramlarla çalışarak evrenin sırlarını çözmek ve anlamak için kullanılan bu evrensel dil, aynı zamanda çok çeşitli alanlarda karşımıza çıkan farklı zorluk seviyelerindeki problemleri çözmek için vazgeçilmez bir araçtır. Bu problemler, basit aritmetik hesaplamalardan karmaşık cebirsel denklemlere, geometrik şekillerin analizinden istatistiksel verilerin yorumlanmasına kadar çeşitli ve heyecan verici bir yelpazede yer alır. İzleyen başlıklarda, matematik problemlerinin tanımı ve sınıflandırılmasına yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.1.1 Problemin Tanımı

Problem, bir konu veya disiplin içindeki belirli bir sorunu anlamak veya çözmek amacıyla yapılan bir çalışmanın başlangıcıdır. Alan yazında problemin tanımı ile ilgili farklı ifadeler yer almaktadır. John Dewey problemi, insanın zihnini karıştıran ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey olarak tanımlamaktadır (Baykul ve Aşkar, 1987). İsrail (2003), problemi bireyin gelişimine katkı sağlayan ve mevcut durumu değiştirmeye yönlendiren bir uyarıcı olarak tanımlarken, bu sorunun üstesinden gelmek için davranışsal ve bilişsel çaba harcanması gerektiğini ifade etmektedir. Altun'a (2005) göre problem, bir araştırma ya da tartışma ihtiyacı duyulan ve sonucu kesin olmayan bir durumdur. Birey bu tür sorunları çözerken genellikle hazırlıksızdır, ancak çözüm bulma konusunda istekli olabilir. Olkun ve Toluk (2009) problemi, bireyde çözme isteği uyandıran, önceden belirlenmiş bir çözüm yolu olmayan ancak kişinin kendi bilgi ve tecrübesiyle üstesinden gelebileceği bir durum olarak ifade etmişlerdir. Baki (2015) ise bir problemi, bireyin kendi bilgi ve deneyimlerini kullanma ihtiyacı duyduğu ve karşılaştığı olaylara çözüm arayışında bulunduğu durum olarak tanımlamıştır. Bu nedenle en temel anlamıyla problem, bireyin beklenmedik bir zamanda deneyim açısından hazırlıksız yakalandığı ve çözüm arayışı içine girdiği bir durum olarak ifade edilebilir.

2.1.2 Problem Türleri

Matematik, insanların günlük yaşamlarında karşılaştıkları sorunları çözmekten bilimsel ve mühendislik projelerini yönlendirmeye kadar birçok farklı alanda kullanılan evrensel bir dildir. Bu nedenle, matematik problemleri, tür ve zorluk seviyelerine göre çeşitlilik gösterir. İzleyen başlıklarda, matematik problem türlerine yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

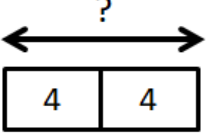
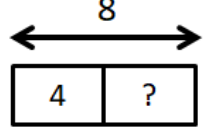
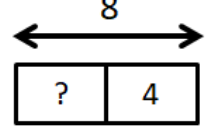
2.1.2.1 Toplama ve Çıkarma Problemleri

Matematik öğretiminde, özellikle temel aritmetik becerileri geliştirmek için, toplama ve çıkarma problemleri oldukça yaygın olarak kullanılır. Toplama ve çıkarma problemleri içerdikleri işlemler temelinde birleştirme, ayırma, parça-bütün ve karşılaştırma problemleri olmak üzere dört kategoriye ayrılmaktadır (Newton, 2017). Bu problem türlerine yönelik detaylı bilgi izleyen başlıklarda sunulmuştur.

2.1.2.1.1 Birleştirme Problemleri

Birleştirme problemleri başlangıç miktarı, değişim miktarı ve sonuç miktarı olmak üzere üç temel öğeden oluşmaktadır. Birleştirme problemleri sonuç miktarı bilinmeyen, değişim miktarı bilinmeyen ve başlangıç miktarı bilinmeyen problemler olarak üç kategoriye ayrılmaktadır. Tablo 2.1’de bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.1 Birleştirme problemleri

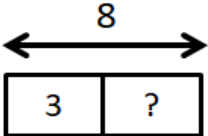
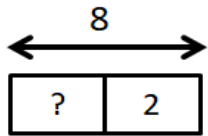
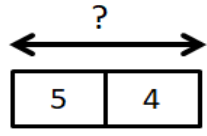
Problem Türleri	Sonuç Miktarı Bilinmeyen	Değişim Miktarı Bilinmeyen	Başlangıç Miktarı Bilinmeyen
Birleştirme/ Ekleme	Utku'nun 4 bilyesi vardı. Kardeşi ona 4 tane daha verdi. Şimdi Utku'nun kaç tane bilyesi vardır?	Utku'nun 4 bilyesi vardı. Kardeşi ona birkaç tane daha verdi. Utku'nun 8 bilyesi oldu. Kardeşi ona kaç tane bilye vermiştir?	Utku'nun bir miktar bilyesi vardı. Kardeşi ona 4 tane daha verdi. Utku'nun 8 bilyesi oldu. Başlangıçta Utku'nun kaç tane bilyesi vardı?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi			
Cebirsel İfade	$4 + 4 = ?$	$4 + ? = 8$ $8 - 4 = ?$	$x + 4 = 8$ $8 - 4 = ?$
Çözüm Stratejileri	Ekleme/ Yukarı doğru sayma	Yukarı doğru sayma /Çıkarma	Yukarı doğru sayma /Çıkarma
Cevap	Utku'nun şimdi 8 bilyesi vardır.	Kardeşi Utku'ya 4 bilye vermiştir.	Başlangıçta Utku'nun 4 bilyesi vardı.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.1.2 Ayırma Problemleri

Ayırma problemleri başlangıç miktarı, değişim miktarı ve sonuç miktarı olmak üzere üç temel öğeden oluşmaktadır. Ayırma problemleri sonuç miktarı bilinmeyen, değişim miktarı bilinmeyen ve başlangıç miktarı bilinmeyen problemler olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Tablo 2.2'de bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.2 Ayırma problemleri

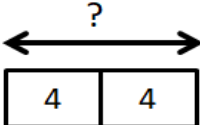
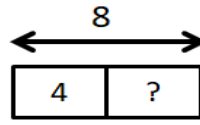
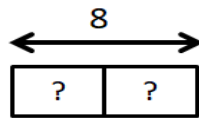
Problem Türleri	Sonuç Miktarı Bilinmeyen	Değişim Miktarı Bilinmeyen	Başlangıç Miktarı Bilinmeyen
Ayırma/Çıkarma	Utku'nun 8 bilyesi vardı. Kardeşine 3 tanesini verdi. Geriye Utku'nun kaç tane bilyesi kaldı?	Utku'nun 8 bilyesi vardı. Birkaç tanesini kardeşine verdi. Utku'nun 2 tane bilyesi kaldı. Utku bilyelerinin kaç tanesini kardeşine vermiştir?	Utku'nun birkaç bilyesi vardı. 5 tanesini kardeşine verdi ve geriye 4 tane bilyesi kaldı. Başlangıçta Utku'nun kaç bilyesi vardı?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi			
Cebirsel İfade	$8 - 3 = ?$	$8 - ? = 2$ $2 + x = 8$	$? - 5 = 4$ $5 + 4 = ?$
Çözüm Stratejileri	Çıkarma	Sonucu elde edene kadar çıkarma/ Yukarı doğru sayma	Yukarı doğru sayma /Çıkarma
Cevap	$8 - 3 = 5$ Utku'nun 5 bilyesi kaldı.	$8 - 2 = 6$ $2 + 6 = 8$ Utku kardeşine 6 bilye vermiştir.	$9 - 5 = 4$ $5 + 4 = 9$ Utku'nun başlangıçta 9 bilyesi vardı.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.1.3 Parça-Parça-Bütün Problemleri

Parça-parça-bütün problemleri iki parça ve bir bütün olmak üzere üç temel öğeden oluşmaktadır. Parça-parça-bütün problemleri bütün miktarı bilinmeyen, parça miktarı bilinmeyen ve her iki parça miktarı bilinmeyen problemler olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Tablo 2.3'te bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.3 Parça-parça-bütün problemleri

Problem Türleri	Bütün Miktarı Bilinmeyen	Parça Miktarı Bilinmeyen	Her İki Parça Miktarı Bilinmeyen
Parça-Parça-Bütün/ Bir Araya Getirmek/ Parçalarına Ayırmak	Utku'nun 4 kırmızı ve 4 mavi bilyesi vardır. Utku'nun kaç tane bilyesi vardır?	Utku'nun 8 bilyesi vardır. Dördü kırmızı ve geri kalanı mavidir. Utku'nun kaç tane mavi bilyesi vardır?	Utku'nun 8 bilyesi vardır. Bazıları kırmızı, bazıları mavidir. Utku'nun bilyelerinin kaç tanesi kırmızı, kaç tanesi mavi olabilir?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi			
Cebirsel İfade	$4 + 4 = ?$	$4 + ? = 8$ $8 - 4 = ?$	$x + y = 8$
Çözüm Stratejileri	Ekleme/ Yukarı doğru sayma	Yukarı doğru sayma /Çıkarma	Yukarı doğru sayma /Çıkarma
Cevap	$4 + 4 = 8$ Utku'nun 8 bilyesi vardır.	$4 + 4 = 8$ $8 - 4 = ?$ Dördü mavidir.	$1+7$ $2+6$ $3+5$ $4+4$ $5+3$ $6+2$ $7+1$ $8+0$ $0+8$ Olasılıklar bunlardır.

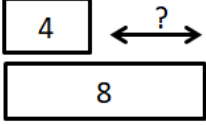
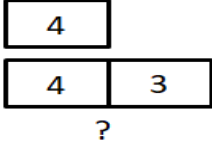
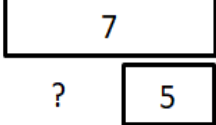
* Genellikle tüm kombinasyonlar bir tabloda gösterilir.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.1.4 Karşılaştırma Problemleri

Karşılaştırma problemleri büyük çokluk, küçük çokluk ve fark öğelerinden oluşmaktadır. Karşılaştırma problemleri fark miktarı bilinmeyen, büyük çokluk bilinmeyen ve küçük çokluk bilinmeyen problemler olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Tablo 2.4'te bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.4 Karşılaştırma problemleri

Problem Türleri	Fark Miktarı Bilinmeyen	Büyük Çokluk Bilinmeyen	Küçük Çokluk Bilinmeyen
Karşılaştırma	Utku'nun 4 bilyesi vardır. Kardeşinin de 8 bilyesi vardır. Kardeşinin ondan kaç tane fazla bilyesi vardır?	Utku'nun 4 bilyesi vardır. Kardeşi ondan 3 tane daha fazla bilyeye sahiptir. Kardeşinin kaç tane bilyesi vardır?	Can'ın 7 bilyesi vardır. Utku'da Can'dan 5 tane daha az bilye vardır. Utku'nun kaç tane bilyesi vardır?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi			
Cebirsel İfade	$8 - 4 = ?$	$4 + 3 = ?$	$7 - 5 = ?$
Çözüm Stratejileri	Yukarı doğru sayma/ Geriye doğru sayma	Yukarı doğru sayma	Çıkarma
Cevap	Kardeşinin ondan 4 tane daha fazla bilyesi vardır.	Kardeşinin 7 bilyesi vardır.	Utku'nun 2 bilyesi vardır.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.2 Çarpma ve Bölme Problemleri

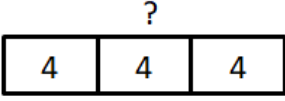
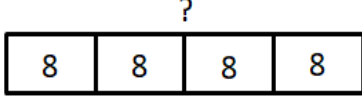
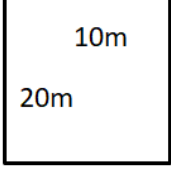
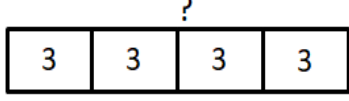
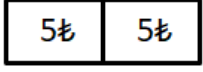
Matematik öğretiminde, toplama ve çıkarma problemlerinin yanı sıra çarpma ve bölme problemleri de temel matematik becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. İzleyen başlıklarda çarpma ve bölme problem türlerine yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.1.2.2.1 Çarpma Problemleri

Birkaç farklı çarpma problem türü bulunmaktadır. Eşit grup problemlerinde, bir grup içindeki nesnelerin toplam miktarını hesaplama görevi verilir. Bu tür problemlerde genellikle nesneler eşit sayılarda gruplara bölünmelidir. Öğrencilere grupların veya nesnelerin toplam sayısını bulma becerisi kazandırmak amaçlanır. Dizi problemlerinde, bir dizi içindeki nesnelerin veya sayıların toplam miktarını hesaplama görevi verilir. Bu tür problemlerde sıralı bir dizi içindeki öğelerin toplamını bulma yeteneği öğrencilere kazandırılmaya çalışılır. Alan

problemlerinde, öğrencilerden bir yüzeyin veya alanın toplamını hesaplamaları istenir. Bu tür problemlerde genellikle şekillerin veya alanların boyutları verilir ve öğrenciler bu verileri kullanarak toplam alanı hesaplarlar. Oran problemleri, öğrencilerin bir işi tamamlamak için gereken süreyi hesaplamasıyla ilgilidir. Bu tür problemlerde işlerin hızları veya oranları kullanılarak süre hesaplamaları yapılır. Fiyat problemleri, öğrencilerin öğelerin maliyetini hesaplamaları ile ilgilidir. Bu tür problemlerde genellikle ürünlerin fiyatları veya maliyetleri verilir ve öğrenciler bu bilgileri kullanarak toplam maliyeti hesaplarlar. Çarpma problem türleri temel problemleri temsil ederken, iki aşamalı ve çok aşamalı problemler, bu temel problemlerin toplama ve çıkarma işlemleriyle kombinasyonlarını içeren daha karmaşık problemlerdir. Tablo 2.5'te bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.5 Çarpma problemleri

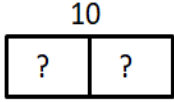
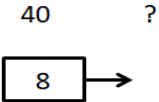
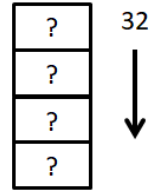
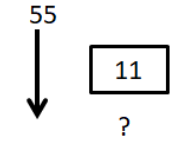
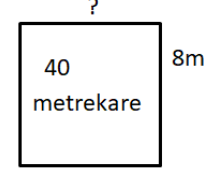
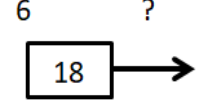
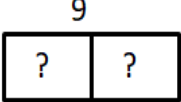
Problem Türleri	Eşit Gruplar	Diziler	Alan	Oran	Fiyat
Çarpma	Ayşe'nin 3 cüzdanı vardır. Her cüzdanında 4 yüzüğü varsa toplamda kaç yüzüğü vardır?	Çiftçi Hasan'ın 4 sıra şeftali ağacı vardır. Her sırada da 8 ağacı varsa toplamda kaç şeftali ağacı vardır?	Leyla Hanım'ın 10 m x 20 m uzunluğunda bir bahçesi vardır. Bahçesinin alanı kaç metrekaredir?	Erhan saatte 3 km koşar. Erhan 4 saatte kaç km koşar?	Bir oyuncak arabanın fiyatı 5 liradır. Ersin 2 oyuncak araba alırsa ne kadar harcar?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi					
Cebirsel İfade	$4 + 4 + 4$ $4 \times 3 = 12$	$8 + 8 + 8 + 8$ $4 \times 8 = 32$	$10 \times 20 = 200$	$3 + 3 + 3 + 3$ $4 \times 3 = 12$	$5 + 5$ $5 \times 2 = 10$
Çözüm Stratejileri	Tekrarlı ekleme Çarpma	Tekrarlı ekleme Çarpma	Çarpma	Tekrarlı ekleme Çarpma	Tekrarlı ekleme Çarpma
Cevap	Ayşe'nin 12 yüzüğü vardır.	Çiftçi Hasan'ın 32 ağacı vardır.	Bahçenin alanı 200 metrekaredir.	Erhan 4 saatte 12 km koşar.	Ersin 10 lira harcar.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.2.2 Bölme Problemleri

Birkaç farklı bölme problem türü bulunmaktadır. Eşit grup problemleri, öğrencilerin her bir gruptaki toplam miktarı veya toplam grup sayısını bulmalarını gerektirir. Dizi problemlerinde, öğrencilerden her bir dizideki miktarı veya dizi toplamını bulmaları istenir. Alan problemleri, öğrencilerin bir yüzeyin kenarlarını veya toplam alanını hesaplamalarını gerektirir. Hız problemleri, öğrencilerin bir görevi tamamlamak için gereken zamanı hesaplamasıyla ilgilidir. Fiyat problemleri, öğrencilerin öğelerin maliyetini hesaplamalarını gerektirir. Bölme problem türleri temel problemleri temsil ederken, iki aşamalı ve çok aşamalı problemler, bu temel problemlerin toplama ve çıkarma işlemleriyle kombinasyonlarını içeren daha karmaşık problemlerdir. Tablo 2.6’da bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.6 Bölme problemleri

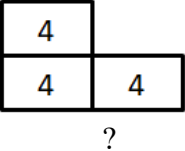
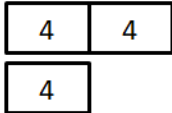
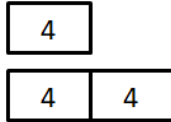
Problem Türleri	Her Bir Eşit Gruptaki Miktar	Eşit Grupların Miktarları	Diziler Her Grupta Kaç Tane?	Diziler Kaç Grup?	Alan	Oran	Fiyat
Bölme	Esra'nın 2 kutuda toplam 10 yüzüğü vardır. Esra'nın her kutuda kaç yüzüğü vardır?	Bir fırında 40 kek yapılmıştır. Her kutuda 8 tane kek olduğuna göre kaç kutu kullanılmıştır?	Çiftçi Kağan, 4 sıra halinde toplamda 32 şeftali ağacı dikti. Her sırada kaç ağaç vardır?	Çiftçi Hasan, her birinde 11 şeftali olacak şekilde arka arkaya 55 şeftali dikti. Kaç sıra dikmiştir?	Ayşe Hanım'ın 40 metrekaresel bir bahçesi vardır. Bahçenin uzunluğu 8 metre olduğuna göre genişliği kaç metredir?	Ahmet bisikletini 1 saatte 6 km sürdü. Ahmet 18 km bisiklet sürmek isterse, kaç saat sürer?	Oyuncak arabaların bir çifti 9 lira ise her arabanın maliyeti ne kadardır?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi							
Cebirsel İfade	$10 \div 2 = 5$	$40 \div 8 = 5$	$32 \div 4 = 8$	$55 \div 11 = 5$	$40 \div 8 = 5$	$18 \div 6 = 3$	$9 \div 2 = 4,5$
Çözüm Stratejileri	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün	Bölme Çarpmayı düşün
Cevap	Esra'nın her kutuda 5 yüzüğü vardır.	Fırın 5 kutu kullanmıştır.	Her sırada sekiz ağaç vardır.	5 sıra dikti.	Genişlik 5 metredir.	3 saat sürmüştür.	Her arabanın fiyatı 4,5 liradır.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.3 Çarpımsal Karşılaştırma Problemleri

Daha büyük parça bilinmeyen, daha küçük parça bilinmeyen ve fark bilinmeyen (sayı kere çok sayıda) olmak üzere üç farklı tür çarpımsal karşılaştırma problemi bulunmaktadır. Tablo 2.7’de bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 2.7 Çarpımsal karşılaştırma problemleri

Problem Türleri	Daha Büyük Parça Bilinmeyen	Daha Küçük Parça Bilinmeyen	Fark Bilinmeyen (Sayı Kere Çok Sayıda)
Karşılaştırma	Hakan'ın 4 bilyesi vardır. Kardeşi, onun 2 katı bilyeye sahiptir. Kardeşinin bilye sayısı Hakan'dan kaç fazladır? İkisinin toplam kaç tane bilyesi vardır?	Kerem'in 8 bilyesi vardır. Kerem'in sahip olduğu bilye sayısı Ali'nin iki katıdır. Ali'nin kaç tane bilyesi vardır?	Ali'nin 4 bilyesi vardır. Mustafa'nın 8 bilyesi vardır. Mustafa Ali'nin kaç katı bilyeye sahiptir?
Çubuk Diyagramı ile Problem Modellemesi			
Cebirsel İfade	$4 \times 2 = 8$ $8 + 4 = 12$	$8 \div 2 = 4$	$4 \times ? = 8$ $8 \div 4 = 2$
Çözüm Stratejileri	Çarpma Ekleme	Bölme	Çarpma veya Bölme
Cevap	Kardeşinin 8 bilyesi vardır. Toplamda 12 bilyeleri vardır.	Ali'nin 4 bilyesi vardır.	Mustafa, Ali'nin 2 katı kadar bilyeye sahiptir.

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.1.2.4 İki ve Daha Fazla Aşamalı Problemler

Öğrenciler tek aşamalı problemleri çözmede ustalaştıktan sonra, iki aşamalı problemler ve ardından çok aşamalı problemler üzerinde çalışmaya başlarlar. Genellikle ihmal edilen bir hiyerarşi düzeyi vardır. Bu durum öğrencinin öğrenmesini zorlaştırmaktadır; çünkü iki aşamalı ve çok aşamalı problemler, iki veya daha fazla bölümden oluşan tek aşamalı problemlerdir. Bilişsel yükün dengelenmesi için zorluk seviyelerini desteklemeyi hatırlamak önemlidir. Tablo 2.8’de ve Tablo 2.9’da bu problem türlerine yönelik örnekler verilmiştir.



Tablo 2.8 İki aşamalı problemler

Düzy 1	Düzy 2	Düzy 3	Düzy 4	Düzy 5
Aynı İşlemler	Farklı İşlemler	Karşılaştırma	Karma Düzeyle	Daha Zor Olan Karma Düzeyle
Zeynep'in 10 lira parası vardı. Doğum gününde annesi 20 lira ve erkek kardeşı 10 lira hediye verdi. Zeynep'in şu an kaç lira parası vardır?	Zeynep'in 8 lira parası vardı. Sonra ablasına 3 lira verdi ve babası da Zeynep'e 10 lira verdi. Şimdi Zeynep'in kaç lira parası vardır?	Zeynep'in 30 lirası var. Kız kardeşinin parası ondan 5 lira daha azdır. Zeynep ve ablasının toplam ne kadar parası vardır?	Bir çiftlikte 600 hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanların 300 tanesi koyundur ve geri kalanları kuzudur. Çiftçi sonradan 50 tane daha kuzu almıştır. Şimdi, bu çiftlikte toplam kaç kuzu vardır? Bu çiftlikte toplam kaç hayvan vardır?	Bir çiftlikte 600 hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanlardan 300 tanesi koyundur ve geri kalanları kuzudur. Çiftçi daha sonra yeni kuzular satın almıştır ve şimdi çiftlikte toplam 900 kuzu bulunmaktadır. Çiftçi toplam kaç kuzu satın almıştır? Bu çiftlikte toplam kaç hayvan vardır?

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

Tablo 2.9 Çok aşamalı problemler

Düzy 1	Düzy 2	Düzy 3	Düzy 4	Düzy 5
Ahmet'in 4 bilyesi vardır. Ali'nin bilyesi, Ahmet'in 2 katı kadardır. İkisinin toplam kaç bilyesi vardır?	Müze ziyareti öğrenciler için 5 lira, yetişkinler için ise 10 lira olarak ücretlendirilmiştir. Toplamda 25 öğrenci ve 4 yetişkin için biletlere 125 lira ödenmiştir. Bu para, müze biletlerini karşılamak için yeterli midir?	Fırın Pazartesi günü 49, Salı günü 56, Çarşamba günü 63 kurabiye sattı. Bu örüntü devam ederse, Pazar günü kaç kurabiye satmış olur?	Bir mağaza şekerleri 1 kg, 5 kg ve 10 kg torbalarda satıyor. 27 kg şeker almak için en az kaç torba satın almak gerekmektedir?	Kardeşimin elinde bir tane 50 kuruş ve bir tane 25 kuruş bulunuyor. Kardeşimin başka hangi kuruş paraları olabilir?
Ali'nin 4 bilyesi daha varsa, Ali'nin bilyesi Ahmet'in bilyesinin kaç katıdır?		7 günlük bir haftada satacakları toplam kurabiye miktarı ne kadardır?		
Bir çiftlikte 700 hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanların 250 tanesi koyundur ve koyunların sayısından 100 fazla inek bulunmaktadır. Geri kalan hayvanlar ise kuzudur. Çiftçi daha sonra 25 kuzu daha almıştır. Toplamda, bu çiftlikte kaç kuzu bulunmaktadır?	Bir çiftlikte 250 koyun, koyunların sayısından 100 fazla inek ve geri kalanlar kuzu olmak üzere toplam 700 hayvan bulunmaktadır. Çiftçi daha sonra daha fazla kuzu satın almıştır ve çiftlikte şu an 500 kuzu bulunmaktadır. Çiftçi toplamda kaç kuzu satın almıştır?			
Bu çiftlikte toplam kaç hayvan vardır?	Şimdi bu çiftlikte toplam kaç hayvan vardır?			

Not. Newton'dan (2017) uyarlanmıştır.

2.2 Problem Çözme Becerisi

Problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, matematik öğreniminin temel bir bileşeni olarak kabul edilir. Bu beceriler, öğrencilerin matematiksel düşünme yeteneklerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda gerçek dünyadaki zorlukları başarıyla ele almalarına da yardımcı olur. İzleyen başlıklarda problem çözmenin tanımı, problem çözmenin aşamaları, problem çözme başarısını etkileyen etmenler ve problem çözmede ölçme ve değerlendirme ile ilgili detaylı bilgi sunulmuştur.

2.2.1 Problem Çözmenin Tanımı

Matematik öğretiminde problem çözme, Mayer ve Hegarty (1996) tarafından bireyin bilmediği bir matematiksel problemin çözüm yolunu keşfetme süreci olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle Jonassen (2000) problem çözme, açık bir şekilde ana hatlarıyla belirtilmiş bir çözüm yolunun olmadığı bir durumdan hedeflenen sonuca ulaşma süreci olarak ifade etmiştir. Aydoğan (2012), problem çözme, önceki deneyimlerden edinilen bilgiyi kullanarak bir problemdeki değişkenleri tanımlama ve özgün bir çözüm yolu geliştirme ve uygulama kabiliyeti olarak tanımlamıştır. Güneş (2015) ise problem çözme, karşılaşılan sorunlu bir durumun önceki öğrenmelerden yararlanılarak ve yeniden düzenlenerek çözüme kavuşturulması olarak tanımlamıştır. Dolayısıyla, problem çözme; karşılaşılan bir sorun, zorluk veya belirsizlik durumunda, mevcut bilgi, beceri ve kaynakları kullanarak hedeflenen bir sonuca ulaşma sürecidir.

2.2.2 Problem Çözme Aşamaları

Alan yazın incelendiğinde farklı araştırmacılar tarafından farklı problem çözme aşamalarına yer verildiği görülmektedir (Kalaycı ve Cohen, 2003). Geleneksel matematiksel problem çözme modellerinden biri Polya (1957) tarafından geliştirilen dört aşamalı modeldir. Dört aşamalı modelde, problem çözme davranışı analiz edilerek kritik adımlar belirlenmiştir. Bu adımlar problemi anlamak, bir plan geliştirmek, planı uygulamak ve geriye dönüp kontrol etmektir. Problem anlama aşamasında, birey öncelikle kendi sözcükleriyle problemin tanımını yapar. Ardından, değişkenleri belirler ve bu değişkenleri açıklar. Problemden verilen bilgileri ve istenen sonuçları belirler. Plan yapma aşamasında problemde verilenler ve istenenler arasında ilişki belirlenir ve ayrıca çözüme ulaşmak için bir plan hazırlanır. Planı uygulama aşamasında önceki aşamada belirlenen plan uygulanır ve adımlar kontrol edilir. Birey çözüme ulaşıyorsa kullanılan strateji doğru olarak değerlendirilir; ancak çözüme ulaşamıyorsa önceki

yapılan işlemler gözden geçirilir. Bireyin, tekrar çözüme ulaşamaması durumunda problemi doğru anlayıp anlamadığı kontrol edilir. Problem hala çözülememişse birey sorun çözülene kadar yeni stratejiler aramaya devam etmelidir. Çoğu zaman bu aşama deneme ve yanılma sürecini içerir. Geriye dönüp kontrol etme aşamasında elde edilen veriler ve çözüm incelenerek değerlendirme yapılır. Ulaşılan sonucun doğru olup olmadığı kontrol edilir ve problemin farklı çözüm stratejileri ve yöntemleri aranır. Elde edilen sonuçların anlamlı olup olmadığı ve kullanılan çözümün gerçek hayata uygulanabilirliği belirlenir.

Farklı araştırmacılar tarafından kabul edilen diğer problem çözme aşamaları Tablo 2.10'da yer almaktadır. Problem çözme sürecine yönelik verilen bu aşamalarda benzer bölümler bulunmaktadır. İncelenen çalışmalarda, problem çözme süreçlerinin ortak bir başlangıç noktası olarak kabul ettiği aşama, problemin tanımlanmasıdır. Herhangi bir sorunu etkili bir şekilde çözmek için, öncelikle sorunun niteliğini ve kapsamını anlamak gereklidir. Bu nedenle, çözüm sürecinin ilk adımı, karşılaşılan sorunu açık bir şekilde tanımlamak ve anlamaktır. Problemi tanımladıktan sonra, çözüm için farklı stratejiler geliştirmek ve bu stratejiler arasından en uygun olanı seçmek, bir sonraki adımı oluşturur. Farklı yaklaşımların gözden geçirilmesi ve analiz edilmesi, en iyi çözüm yolunu belirlemek için kritik bir süreçtir. Seçilen stratejiyi uygulamak, problemi çözmeye yönelik atılan adımların bir diğer önemli aşamasını oluşturur. Bu aşamada, belirlenen stratejiyi sistematik bir şekilde hayata geçirmek ve sorunu çözmek için gerekli adımları atmak önemlidir. Son olarak, probleminden elde edilen verilerin değerlendirilmesi aşaması, çözüm sürecinin bir başka kritik adımını temsil eder. Bu aşamada, çözüm yolunun etkili olup olmadığını değerlendirmek için elde edilen sonuçlar incelenir. Tüm bu adımlar, problem çözme sürecinin temelini oluşturur ve birçok çalışma bu aşamaları benzer şekillerde takip etmektedir.

Tablo 2.10 Farklı araştırmacıların problem çözme aşamaları

Dewey (1910)	Kohler (1927)	Polya (1945)	Bingham (1958)
▪ Zorluk hissetme ▪ Problemin tanımı ve konumu ▪ Olası çözüm önerisi ▪ Önerilerin mantık yoluyla gerekçelendirilip geliştirilmesi ▪ Önerilerin kabul veya reddedilmesine yol açan sebepler üzerine daha fazla gözlem veya deney yapılması	▪ Problemin tanımlama ▪ Kuluçka süresi ▪ İçgörü ▪ İçgörü hafızası ▪ Çözümün geliştirilmesi	▪ Problemi anlamak için verileri sınıflandırmak ve çözüm için neyin gerekli olduğunu görebilmek ▪ Plan yapma ▪ Planı uygulama ve her adımda kontrol etme ▪ Çözümü kontrol etme ve değerlendirme	▪ Problemin farkına varma ▪ Problemin niteliğini, alanını, ilişkili durumları ve ikincil problemleri açıklama ▪ Problem ile ilgili bilgilerin toplanması ▪ Uygun verileri seçme ve düzenleme ▪ Muhtemel çözüm yollarını belirleme ▪ Çözüm yollarının değerlendirilmesi, uygun olanın seçilmesi ve uygulanıp yöntemin değerlendirilmesi
Haney ve Sorenson (1977)	Greeno (1978)	Bransford ve Stein (1984)	Isaksen ve Treffinger (1985)
▪ Problemi hissetme ve tanımlama ▪ Muhtemel çözümleri oluşturma ▪ Çözümlerin sonucunu tahmin etme ve en uygun olanı seçme ▪ Tasarlama ve uygulama ▪ Çözümü test etmek için strateji oluşturma ▪ Stratejilerden çıkan verileri toplama, yorumlama ve değerlendirme ▪ Sonucu değerlendirme	▪ Problemi oluşturma ve yapılandırma ▪ Çözüm için araştırma yapma ▪ Çözümü uygulama ▪ Çözümü takip etme	▪ Olası sorunu tanımlama ▪ Problemi tanımlama ve yapılandırma ▪ Uygun stratejileri keşfetme ▪ Uygun stratejiye göre hareket etme ▪ Geriye doğru kontrol yapma ▪ Bu sürecin etkilerinin değerlendirilmesi	▪ Karışıklığı bulma ▪ Veri bulma ▪ Problemi tanımlama ▪ Fikir bulma ▪ Çözüm bulma ▪ Karar bulma

Tablo 2.10 Farklı araştırmacıların problem çözme aşamaları (devamı)

Hayes (1989)	Moyles (1989)	Souviney (1989)	West ve Idol (1990)
▪ Problemi belirleme ▪ Problem durumunu tanımlama ▪ Çözümü planlama ▪ Planı uygulama ▪ Çözümün değerlendirilmesi ▪ Kazanımların düzenlemesi	▪ Problemin belirlenmesi ve tanımlanması ▪ Problem için beyin fırtınası tekniğinin kullanılması ▪ Olası çözümlerin oluşturulması ▪ Çözümlerin uygulanması ve değerlendirilmesi ▪ Çözümün değerlendirilmesi	▪ Problemin anlaşılması ▪ Çözme yönelik adımların ve stratejilerin belirlenmesi ▪ Çözüm için kullanılacak uygun stratejileri belirleme ▪ Seçilen stratejiyi uygulama ▪ Çözümün değerlendirilmesi	▪ Hedefi ve konuyu belirleme ▪ Problemi farklı bir bakış açısıyla tanımlama ▪ Beyin fırtınası yapma ▪ Uygun stratejiyi seçme ▪ Seçilen stratejiyi uygulamak ▪ Problemin çözümünün geleceğine yönelik tahmin yapma ▪ Performansın değerlendirilmesi ▪ Düzeltme
Bart (1994, aktaran Kalaycı ve Cohen, 2003)	Hick (1994, aktaran Kalaycı ve Cohen, 2003)	Sorenson ve ark., (1996)	Sorenson ve ark., (1996)
▪ Deneyim ▪ Belirsizlik yaratan problemin belirlenmesi ▪ Çözüm yönteminin geliştirilmesi ▪ Araştırma ve kanıtlama ▪ Genelleme	▪ Problemi belirleme ▪ Veri toplama ▪ Problemi tekrar tanımlama ▪ Uygun çözümün geliştirilmesi ▪ En iyi çözüm yoluna karar verme ▪ Çözümün uygulanması ve onaylanması	▪ Problemi netleştirme ▪ Problemi keşfetme ▪ Problemi belirleme ▪ Tahminde bulunma ▪ Çözümler üretme ▪ En uygun çözümü belirleme ▪ Araştırma ▪ Planlar yapma ▪ En uygun planı seçip uygulama ▪ Değerlendirme ▪ Sonuçları düzenleme ve yorumlama ▪ Süreci gözden geçirme ve onaylama	▪ Geriye doğru çalışma ▪ Basitleştirme ve azaltma ▪ Kalıpları tanıma ▪ Liste düzenleme ▪ Tahmin ve test ▪ Analogiler oluşturma ▪ Bir çizim veya şekil çizme ▪ Tablo veya grafik yapma ▪ Harekete geçirme

Tablo 2.10 Farklı araştırmacıların problem çözme aşamaları (devamı)

Eggen ve Kauchak (1997)	Bodeyore (1997)	Britz (1993)	Kneeland (1999)
▪ Problemleri anlamlı ortamlarda sunma ▪ Akılcı örneklerin sunma ▪ Sorunları ayrıntılı olarak tartışma ▪ Problem çözücülere çözme konusunda pratik yaptırma ▪ Problemleri görsellerle temsil etme ▪ Problem çözme stratejilerini öğretme	▪ Dinleme ▪ Araştırma ▪ Bir hedef belirleme ▪ Destekleme ▪ İzleme	▪ Problemi tanımlama ▪ Olası çözümü bulmak için beyin fırtınası yapma ▪ Seçilen çözümün uygulanması ve test edilmesi ▪ Çözümün değerlendirilmesi	▪ Problemi anlama ▪ Bilgi toplama ▪ Problemin köküne inme ▪ Çözüm yolları üretme ▪ Çözüm yoluna karar verme ▪ Problemi çözme
Mcalister (2000)	Arenofsky (2001)	Bagayoko ve ark., (2000)	
▪ Bilgi ▪ Kurallar ve düzenlemeler ▪ Uygulama	▪ Problemi belirleme ▪ Sınırlılıkları ve koşulları belirleme ▪ Problemi çözmek için uygun stratejiyi belirleme ▪ Veri toplama ▪ Her adımı kontrol etme ve sonucu değerlendirme	▪ Bilgi temeli ▪ Beceri temeli ▪ Kaynak temeli ▪ Stratejik kaynağın temeli ▪ Davranışsal temel	

Not. Kalaycı ve Cohen'den (2003) alınmıştır.

2.2.3 Problem Çözme Başarısını Etkileyen Etmenler

Matematikte problem çözme başarısını etkileyen birçok önemli etmen bulunmaktadır ve bu etmenler, öğrencilerin matematikle ilgili problem çözme yeteneklerini derinden etkileyebilir. Matematikte problem çözme başarısını etkileyen önemli bir etmen dil becerisidir. Matematiksel terimleri ve ifadeleri anlama ve kullanma yeteneği, matematik problemlerini çözmede önemlidir. Dil becerisi, matematiksel ifadeleri doğru bir şekilde yorumlayarak soruları anlama ve çözme yeteneğini etkilemektedir. Soruların yanlış anlaşılması veya eksik anlaşılması, problemin yanlış bir şekilde çözülmesine yol açabilir. Ayrıca matematiksel düşünceleri sözlü veya yazılı olarak açıkça ifade etmek, problem çözme sürecinde önemlidir. Dil becerisi, matematiksel çözüm adımlarını mantıklı bir şekilde açıklamaya yardımcı olabilir (Jitendra, 2002).

Matematikte problem çözme becerisini etkileyen farklı bilişsel beceriler bulunmaktadır. İlk olarak, analitik düşünme becerisi, bir matematiksel sorunu ayrıntılı bir şekilde inceleme ve bileşenlerini anlama yeteneğini ifade etmektedir. Mantık yürütme becerisi, matematiksel ilişkileri ve kuralları anlama, sonuçlar çıkarma ve bu sonuçları matematiksel problemleri çözerken kullanma yeteneğini içermektedir. Görsel algılama becerisi, geometrik şekilleri ve matematiksel desenleri görsel olarak algılama ve anlama becerisini ifade etmektedir. Metabilişsel beceriler, kendi düşünme sürecimizi izleme, değerlendirme ve gerektiğinde düzeltme yeteneğini oluşturmaktadır. Son olarak, soyut düşünme becerisi, matematiksel sorunları soyut kavramlar ve ilişkiler üzerinden çözebilme yeteneğini ifade etmektedir. Tüm bu bilişsel beceriler, matematiksel problemleri çözme becerisini etkileyebilir ve bu becerilerin geliştirilmesi öğrencilerin matematik başarısını artırabilir (Smith ve Stein, 1998).

Matematikte problem çözme becerisi, özellikle okuma becerileri ile yakından ilişkilidir. Matematik problemleri genellikle metin tabanlıdır ve bu metinleri anlayabilmek problem çözme sürecinin temelidir. Sorunun metnini anlamak için okuma becerisine sahip olmak gerekir. Matematiksel problemlerde veriler genellikle metin içinde sunulur. İyi bir okuyucu, bu verileri metinden çıkarabilir ve yorumlayabilir. Verileri yanlış anlamak veya eksik bilgi çıkarmak, çözümü etkileyebilir. Matematik problemleri, özel terimler ve semboller içerebilir. Okuma becerisi, bu terimleri ve ifadeleri anlamak ve doğru bir şekilde yorumlamak için gereklidir. Matematik problemleri, genellikle gerçek dünya bağlamını ifade

etmektedir. Okuyucu, problemin gerçek dünya bağlamını anlar ve matematiksel çözümü bu bağlama uygun bir şekilde yerleştirir. Ayrıca matematik problemleri genellikle birden fazla metni veya bilgi kaynağını içerebilir. İyi bir okuyucu, bu metinler arası ilişkileri anlama ve bu metinlerden gelen bilgileri matematiksel çözüme entegre etme yeteneğine sahiptir. Sonuç olarak, matematikte problem çözme becerisi ile okuma becerileri arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Winograd, 1984).

2.2.4 Problem Çözmede Ölçme ve Değerlendirme

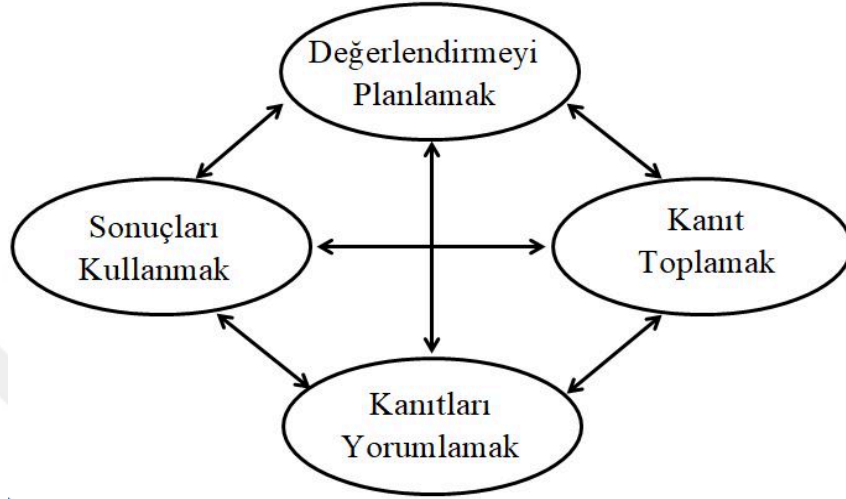
Matematik öğretiminin vazgeçilmez bir parçası olan ölçme ve değerlendirme öğretim programlarında kazandırılmak istenilen bilgi, beceri ve yetkinliklere öğrencilerin ne oranda ulaştıklarının tespit edilmesine ve tespit edilen eksik veya yanlış öğrenmelerin giderilmesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi tarafından geliştirilen Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlar'ın (2000) en önemli özelliklerinden birisi, yüksek kalitede matematik eğitimi için altı temel ilkeyi (eşitlik, öğrenme, öğretim, öğretim programı, teknoloji ve değerlendirme) içermesidir. Bu ilkeler arasında yer alan Değerlendirme Standartları, değerlendirmeyi “bir öğrencinin matematiğe ilişkin bilgisi, kullanma yeteneği ve matematiğe yönelik eğilimi hakkında kanıt toplama ve bu kanıtlardan çeşitli amaçlar için çıkarımlar yapma süreci” olarak tanımlamaktadır. Okul Matematiği için NCTM Değerlendirme Standartları'nda (1995, s. 22) yer alan altı değerlendirme standardı şunlardır:

- Değerlendirme, tüm öğrencilerin bilmesi ve yapabilmesi gereken matematiği yansıtmalıdır.
- Değerlendirme matematik öğrenimini geliştirmelidir.
- Değerlendirme eşitliği teşvik etmelidir.
- Değerlendirme açık bir süreç olmalıdır.
- Değerlendirme, matematik öğrenimi hakkında geçerli çıkarımları teşvik etmelidir.
- Değerlendirme tutarlı bir süreç olmalıdır.

Değerlendirme stratejilerindeki değişiklikler tasarlanırken, geliştirilirken, test edilirken ve uygulanırken öğretmenler ve değerlendirmeye dâhil olan diğer herkes tarafından bu ilkeler akılda tutulmalıdır.

Okul Matematiği için NCTM Değerlendirme Standartları'na (1995) göre değerlendirme süreci, kritik kararların verilmesi gereken noktaları vurgulayan

birbiriyle ilişkili dört aşama olarak düşünülebilir. Şekil 2.1’de yer alan bu aşamalar, değerlendirmeyi planlamak, kanıt toplamak, kanıtları yorumlamak ve sonuçları kullanmak şeklinde ifade edilebilir. Uygulamada aşamalar etkileşimlidir ve aralarındaki ayrımlar bulanıktır; ayrıca bu değerlendirme aşamaları düzgün ve doğrusal bir biçimde ilerlemez.



Şekil 2.1 Değerlendirme Sürecinin Aşamaları

Matematik öğretiminde değerlendirmenin önemli bir bölümünü de öğrencilerin problem çözme becerilerine ne düzeyde sahip olduklarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Problem çözmenin değerlendirilmesindeki temel amaç; öğrencilerin problem çözme stratejilerinden hangilerini gösterip göstermediklerini tespit etmektir. Geleneksel öğretim yapılan ortamlarda problem çözme değerlendirilirken öğrencinin doğru cevaba ulaşip ulaşmadığı önemli görülmekte; yanlış cevap veren öğrencinin yeterli beceriye sahip olmadığı belirtilmektedir. Hâlbuki verilen her cevap, doğru cevap kadar önemli olmalıdır (Karataş ve Güven, 2004). Bir problemin cevabını doğru bulan her öğrenci o problemi doğru çözmüş sayılmaz. Bazı öğrenciler yanlış bir akıl yürüterek veya işlemlerde ardışık hatalar yaparak doğru sonuca ulaşırken; bazı öğrenciler, problem çözme becerilerine sahip olmadıkları için başarısızlık gösterebilirler. Her iki durumda da öğrencilerin problem çözmedeki eksik veya henüz kazanılmamış becerilerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu saptamalar sonucu belirlenen eksikliklerin giderilmesi problem çözmedeki başarıyı arttıracaktır.

Problem çözme sürecinde problem çözme aşamalarının hepsi yapılmadığı halde sonuç doğru olabildiği gibi, süreçteki her işlem yapıldığı halde sonuç doğru olmayabilir. Diğer bir deyişle, işlem hatası gibi nedenlerle problemin doğru sonucunu bulamamış bir öğrencinin problemin çözümü hakkında hiçbir fikri olmadığı söylenemez (Özmen Hızarcıoğlu, 2013). Bu bağlamda incelenen problemlerin derinlemesine değerlendirilebilmesi için hata analizi ve dereceli puanlama anahtarları (rubrikler) kullanılabilir. Böylece yansız, standart ve puanlayıcıdan puanlayıcıya değişmeyen bir değerlendirme sağlanmış olur.

2.2.4.1 Hata ve Hata Türleri

Problem çözme süreci sorunu anlama, planlama yapma, planı uygulama ve sonucu değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamalarda herhangi bir hata yapmak problemin yanlış ve hatalı çözülmesine neden olabilir. Huangfu ve arkadaşları (2023) hataları, matematiği anlamada meydana gelen doğal ve haklı girişimler olarak tanımlamaktadır. Bu hataların alan yazında çeşitli şekillerde gruplandırıldığı görülmektedir (Fong, 1995; Newman, 1977; Yeo, 2009).

Newman (1977) yaptığı araştırmada öğrencilerin sözlü problemlerdeki hatalarını analiz ederek, hataları sınıflandıracak kullanışlı bir model geliştirmiştir. Newman (1977) tarafından geliştirilmiş olan “Problem Çözme Hata Analizi Envanteri” ile ilköğretim öğrencilerinin problem çözerken yaptıkları hatalar beş grupta incelenmiştir. Bunlar okuma, anlama, dönüştürme/dönüşüm, işlem/süreç becerileri ve kodlamadır (Ekici ve Demir, 2018; White, 2009). Newman öğrencilerin sözlü problemlerde hangi hatayı yaptığını anlamak için aşağıdaki soruları yöneltmiştir:

1. Lütfen soruyu bana okuyun. Bilmediğiniz kelime varsa söyleyin. (Okuma)
2. Soru sizden ne istemiştir? Söyleyin. (Anlama)
3. Cevabı nasıl bulacaksınız? Söyleyin. (Dönüştürme/Dönüşüm)
4. Soruyu çözmek için gereken işlemleri yapar mısınız? (İşlem/Süreç becerileri)
5. Şimdi, sorunun cevabını yazın. (Kodlama) (White, 2009; Ekici ve Demir, 2018)

2.2.4.2 Hata Analizi

Hata analizi, hataları saptamak ve tutarlı bir modelin mevcut olup olmadığını belirlemek için bir davranış gözlemleyen ve/veya kalıcı bir ürünü analiz etmeye yarayan bir yöntemdir (Ashlock, 2010; Cohen ve Spenciner, 2010). Hata

analizi ile yalnızca çözüme odaklanmak yerine, bir öğrencinin bir çözüme ulaşmak için gerçekleştirdiği doğru ve yanlış adımlara odaklanılabilir. Hata analizi, öğrencinin hatalarından öğrenmesine ve bireyselleştirilmiş öğrenme yollarını belirlemesine yardımcı olabilir. Öğretmenler, hata analizi sayesinde öğrencilerin ihtiyaçlarını daha iyi anlarlar ve daha etkili bir şekilde geri bildirim sağlayabilirler. Hata analizi, eğitim programlarının ve materyallerin geliştirilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, öğrencilere kendi hatalarını tanımlama ve düzeltme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Bu sayede, öğrenciler öz güvenlerini artırabilir ve öğrenme sürecini daha aktif bir şekilde yönlendirebilirler. Sonuç olarak, hata analizi öğrencilerin öğrenme deneyimlerini daha etkili hale getirmeye yardımcı olan güçlü bir araçtır. Hataların sadece yanlış cevaplar olarak değil, öğrenme sürecinin doğal bir parçası olarak görülmesini teşvik eder. Öğrencilerin hatalarından öğrenmesine ve gelişimlerini desteklemeye odaklanarak, daha başarılı ve yetkin bireyler yetiştirmeye katkıda bulunur.

2.2.4.3 Hata Analizi Aşamaları

Hata analizi, öğrenci başarısını artırmak amacıyla kullanılan önemli bir değerlendirme yöntemidir. Hata analizi yaparken belirli aşamaların takip edilmesi önerilmektedir (Peltier ve Peltier, 2020). Hata analizinin ilk aşaması hataların tanımlanmasıdır. Bu aşama sınavlar, ödevler, projeler veya diğer değerlendirme araçları üzerinde yapılan hataların gözlemlenmesi ve kaydedilmesini içerebilir. Hataların doğru bir şekilde belirlenmesi önemlidir. Hataların tanımlanmasından sonra veri toplama süreci başlar. Bu aşamada hataların nedenlerini ve bağlamını daha iyi anlamak için veri toplanır. Veriler, öğrencilerin hatalarını yaparken hangi adımları izlediklerini ve bu hataların nasıl gerçekleştiğini açıklayan bilgiler içermelidir. Veriler toplandıktan sonra bir hata modeli oluşturulur. Bu model, öğrencilerin yaptıkları hataların nedenlerini ve hataların nasıl tekrarlandığını açıklayan bir hipotez sunar. Hata modeli, hataların sistematik veya tekrarlayan nedenlerini tanımlar. Öğrenci hatalarının altında yatan öğrenme eksikliklerini ve yanlış anlamaları açıklar. Oluşturulan hata modeli temelinde, hatalar önem derecesine göre sıralanır. Hangi hataların öğrenci başarısını daha fazla etkilediği veya daha sık tekrarlandığı belirlenir. Bu sıralama, öğretmenlere öncelik verilmesi gereken hata türlerini belirleme konusunda yardımcı olur. Hataların analizi sonucunda, öğrencilerin zayıf oldukları beceri veya kavramlar belirlenir. Bu aşamada öğrenci ihtiyaçları ve eksiklikleri daha ayrıntılı bir şekilde tanımlanır.

Öğrenci ihtiyaçlarına dayalı olarak bireyselleştirilmiş bir öğrenme planı oluşturulur. Bu plan, öğrencilerin eksik becerilerini geliştirmeleri için gerekli adımları ve öğrenme hedeflerini içerir. Öğrenme planı, öğrencilere rehberlik edecek kaynaklar, öğretim materyalleri ve yöntemler de içerir. Öğrenme planı hazırlandıktan sonra, öğrencilere uygulanır. Bu aşamada öğretmenler, öğrencilerin ilerlemesini yakından takip eder ve gerektiğinde planı günceller. Öğrencilerin planı ne kadar etkili bir şekilde uyguladıkları izlenir. Öğrencilerin ilerlemesini izlemeye devam ederek, öğrenme planının etkisini değerlendirir ve gerektiğinde düzenlemeler yaparlar. Bu aşama sürekli bir izleme ve değerlendirme sürecini içerir. Öğrencilerin ilerlemeleri belirli aralıklarla ve çeşitli ölçme araçlarıyla değerlendirilir.

Hata analizi sürecinde öğretmenler tarafından verilerin toplanması, öğretimin etkililiği ve gelecekteki müdahale planlaması ve uygulaması ile ilgili veriye dayalı karar verme için kritik öneme sahiptir. Yukarıda belirtilen aşamaların doğru uygulanmasını kolaylaştırmak için öğretmenler kontrol listesi ya da rubrikler kullanabilirler. Bu yöntem, öğrenci başarısını artırmak için bilimsel ve veriye dayalı bir yaklaşım sunar.

2.3 Sanal Manipülatif Uygulamaları

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte özellikle bilgisayarlar, internet ve dijital içeriklerin yaygınlaşması, eğitim alanında önemli bir dönüşüme yol açmıştır. Bu dönüşümün bir parçası olarak, sanal manipülatifler öğrencilere daha etkili ve çekici öğrenme deneyimleri sunma konusunda kritik bir rol üstlenmiştir. Sanal manipülatifler, eğitim alanında önemli bir rol oynayarak öğrencilere farklı öğrenme deneyimleri sunabilir ve karmaşık konuları daha anlaşılır bir şekilde aktarmada yardımcı olabilirler. Bununla birlikte, öğrencilerin konuları daha etkili bir şekilde anlamalarını ve etkileşimli öğrenme deneyimleriyle öğrenme sürecine daha fazla ilgi duymalarını sağlarken, öğretmenlere de öğrenci ilerlemesini daha yakından takip etme ve bireyselleştirilmiş öğretim yöntemleri geliştirme fırsatı sunarlar. İzleyen başlıklarda sanal manipülatiflerin tanımları, sanal manipülatiflerin geliştirildikleri ortamlar ve özellikleri ile sanal manipülatiflerin faydaları ve sınırlılıklarına yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.3.1 Sanal Manipülatifler

Bilgi iletişim teknolojilerinin eğitim alanındaki kullanımının yaygınlaşması ile araştırmacılar, bilgisayar ortamında öğrenme-öğretme sürecini destekleyen

birçok içerik üretmeye başlamışlardır. Bunlardan biri de 1990'lı yılların sonuna doğru farklı araştırmacılar tarafından matematik derslerinde kullanılan manipülatiflerin yeni bir türü olan sanal manipülatiflerdir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Alan yazına bakıldığında sanal manipülatifler için farklı tanımlamaların yapıldığı görülmektedir (Fitzallen, 2008; Mildenhall ve ark., 2008). Sanal manipülatifler, internet veya bilgisayar yazılımı aracılığıyla erişilen fiziksel manipülatiflerin bilgisayar tabanlı simülasyonları olarak tanımlanır (Bouck ve Flanagan, 2010). Alan yazında geniş kabul gören bir diğer tanım ise Moyer ve arkadaşlarına (2002) aittir. Bu tanımda, sanal manipülatif “matematiksel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin etkileşimli, web tabanlı görsel temsili” olarak ifade edilmiştir.

Moyer ve arkadaşları (2002), sanal manipülatiflerin tanımında yer alan özellikleri açıklarken, ifade edilen terimleri şu nedenlerle kullanmışlardır: "Etkileşimli" terimi, kullanıcıların etkileşimde bulunabilecekleri araçları, statik görüntülerden ayırmak amacıyla kullanılmıştır. "Web tabanlı" terimi, bu araçların internet üzerinden kolayca erişilebilir olduğunu ve ticari yazılımlardan farklı olduğunu belirtmek için tercih edilmiştir. "Görsel temsil" terimi, resimsel bir görüntünün matematiksel kavramları doğru bir şekilde yansıtmaya potansiyeline sahip olduğunu vurgulamak amacıyla kullanılmıştır. "Dinamik" terimi, görüntü temsilinin kullanıcı tarafından hareket ettirilip manipüle edilebilir olduğuna odaklanmak için seçilmiştir. "Nesne" terimi ise, fiziksel yapısının ötesinde, idealize edilmiş matematiksel nesnenin iki boyutlu görsel olarak temsil edilmesini ifade etmektedir. Son olarak, "matematiksel bilgiyi inşa etmek için fırsatlar sunar" ifadesi, sanal manipülasyon araçlarının matematik öğrenimini kolaylaştırmak amacıyla tasarlandığını vurgulamak için kullanılmıştır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

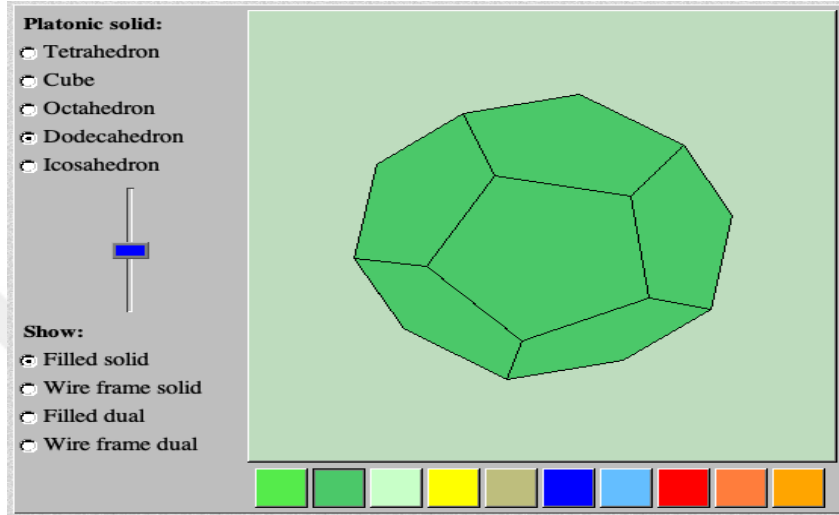
Teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler ve sanal manipülatif içeren farklı teknolojik araçların üretilmiş olması sanal manipülatife ait tanımların ve tanımlarda ifade edilen özelliklerin yeniden gözden geçirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Nitekim bu gerekçelerle Moyer-Packenham ve Bolyard (2016) daha önce ortaya koymuş oldukları sanal manipülatiflerin tanımını (Moyer ve ark., 2002) yeniden ele alarak güncellemişlerdir. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016) güncelledikleri tanımda sanal manipülatifleri "Matematiksel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan, manipüle edilebilir (uygun) tüm programlanabilir özellikleri içeren,

dinamik matematiksel bir nesnenin etkileşimli, teknolojiye uyumlu görsel temsili" şeklinde ifade etmişlerdir.

Sanal manipülatiflerin bir önceki tanımı (Moyer ve ark., 2002) ile güncel tanımı (Moyer- Packenham ve Bolyard, 2016) incelendiğinde benzerliklerin yanı sıra bazı farklılıkların ve yeni ifadelerin yer aldığı dikkat çekmektedir. Güncellenen tanımında, her sanal manipülatifin web-tabanlı olma zorunluluğu olmadığını dikkate alarak, "web-tabanlı" ifadesi yerine "teknoloji-uyumlu" terimi kullanılmıştır. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016), gelecekte sanal manipülatiflerin herhangi bir teknolojiye dayalı olma zorunluluğunun olmayabileceğini göz önünde bulundurarak, tanımda kullanılan "tabanlı" ifadesi yerine "uyumlu" ifadesinin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Sanal manipülatiflerin güncellenen tanımında, "bir dinamik nesnenin görsel temsili" ifadesi korunmuş ve bu nesnenin matematiksel bir nesne olduğunu ifade etmek için "matematiksel" terimi eklenmiştir. Son olarak güncellenen tanım, dinamik bir nesnenin görsel temsilinin tüm programlanabilir (dinamik, interaktif ve manipüle edilebilir) özelliklerini içerdiğini açıkça ifade etmektedir. Bu güncellenmiş tanımla, bir sanal manipülatifin birçok farklı teknoloji-uyumlu ortamda görüntülenebileceği, herhangi bir programlama dilinde geliştirilebileceği ve herhangi bir teknoloji uyumlu cihaz üzerinden erişilebileceği vurgulanmıştır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Moyer ve arkadaşları (2002), sanal manipülatif olan ve olmayan teknoloji araçları arasındaki ayrımı daha açık bir şekilde ifade etmişlerdir. Sanal manipülatifler, "Matematiksel bilgiyi oluşturmak için fırsatlar sunan, manipüle edilmeye elverişli tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik bir matematiksel nesnenin etkileşimli, teknoloji uyumlu görsel temsili" olarak tanımlanmıştır. Örneğin, Şekil 2.2'de bir dodekahedronun (düzgün on iki adet yüzü olan üç boyutlu şekil) üç boyutlu gösterimini sergileyen bir uygulama, kullanıcının yüzey renklerini değiştirmesine, köşeleri siyah noktalarla işaretlemesine, kenarları beyaz çizgilerle işaretlemesine ve nesneyi hareket ettirmesine olanak sağlayan özelliklere sahiptir. Bu özellikler sanal manipülatiflerin etkileşimli ve manipüle edilebilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca, fareyi kullanarak dodekahedrona tıklayıp sürüklemek veya parmakları kullanarak şekli kaydırmak, kullanıcının onu hareket ettirmesine ve döndürmesine olanak sağlamaktadır. Tüm bu eylemler, kullanıcının dodekahedronun tanımlarını ve teoremlerini daha iyi anlamasına yardımcı olur. Bu nedenle, sanal manipülatif, sadece dodekahedronun görsel temsili

değil, aynı zamanda dodekahedronun yanı sıra onu çevreleyen dinamik, etkileşimli ve kullanıcı tarafından manipüle edilebilen tüm programlanabilir özelliklerin görsel temsilidir. Bu programlanabilir özellikler olmadan, dodekahedron sadece bir bilgisayar ekranında görsel/resimsel bir temsildir. Bu programlanabilir özelliklerle, dodekahedron manipüle edilebilir, etkileşimli ve dinamik bir temsil haline geldiği için, sanal bir manipülatif olarak kabul edilir.



Şekil 2.2 Dodekahedron Sanal Manipülatif Uygulaması

Moyer ve arkadaşlarının (2002) yaptıkları tanımlamadan da anlaşılacağı üzere ekranda verilen bir çalışma sayfasını doldurmak ya da görsel bir nesne üzerinden bazı soruları yanıtlamak sanal manipülatifin tanımıyla uyuşmamaktadır. Sanal manipülatifin anahtar tanımlayıcı özelliği ekranda yer alan bir temsilin statik görüntüsü ile dinamik görüntüsü arasındaki farktır. Kullanıcıların, matematiksel kavramları daha iyi anlamak için dinamik temsillerle etkileşimde bulunmaları ve bu temsilleri hareket ettirip manipüle edebilmeleri gerekmektedir. Bu etkileşim, matematiksel düşünme ve kavramları daha derinlemesine anlama sürecini teşvik etmektedir. Bu manipülasyonlar, fare, parmak, ekran kalem veya henüz geliştirilmemiş bir manipülasyon aracı gibi çeşitli araçlar aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Dinamik matematik nesnesine ait görsel temsilin bu etkileşimli özelliği, bir sanal manipülatifi diğer matematik teknoloji araçlarından ayırmaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2.3.2 Sanal Manipülatiflerin Geliştirildikleri Ortamlar ve Özellikleri

Sanal manipülatifler, öğrenme ve deneyimleme süreçlerini desteklemek, anlayışı derinleştirmek ve öğrencilere etkili bir şekilde bilgi aktarmak amacıyla kullanılan interaktif öğrenme ortamlarıdır. Bu sanal manipülatifler, farklı öğrenme hedeflerini ve öğrenci ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmıştır. Sanal manipülatifler tekli temsil, çoklu temsil, öğretici, oyun ve simülasyon olmak üzere en yaygın kullanılan beş ortak sanal manipülatif ortamından oluşmaktadır.

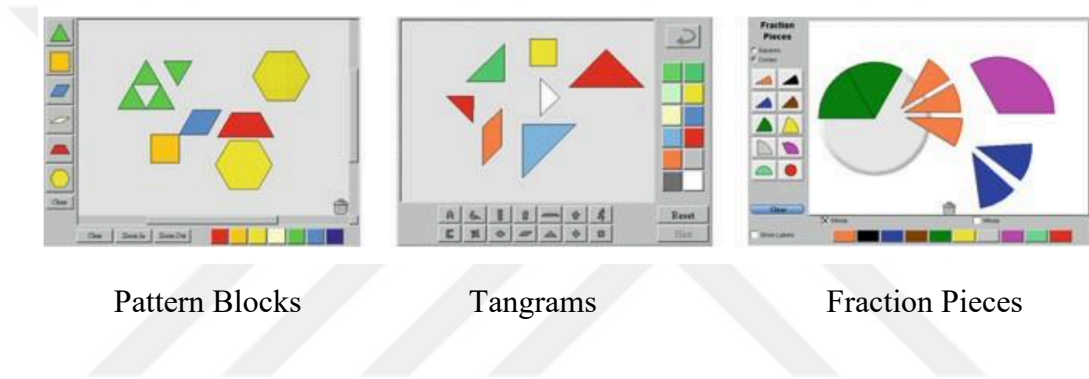
2.3.2.1 Tekli Temsil Sanal Manipülatif Ortamı

Tekli temsil sanal manipülatif ortamı, dinamik matematiksel nesnenin etkileşimli bir resimsel/görsel temsilini içerir ve bu temsilin yanında herhangi bir sayısal veya metin bilgisi bulunmaz. Tekli temsil ortamı genellikle matematiği yalnızca bir tür görsel temsil ile ifade eder ve bu temsilin en yaygın biçimi bir resimsel görüntüdür. Bazı durumlarda, resimsel görüntü somut bir manipülatife dayanırken, bazı durumlarda sanal manipülatifin somut bir karşılığı bulunmamaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Tekli temsil ortamının üç örneği, NLVM (Ulusal Sanal Manipülatifler Kütüphanesi) web sitesinde yer alan Pattern Blocks (Desen Blokları), Tangrams (Tangramlar) ve Fraction Pieces (Kesir Parçaları) uygulamalarıdır. Bu örnekler Şekil 2.3'te gösterilmektedir.

Pattern Blocks, matematiksel öğrenme için kullanılan geometrik şekiller setidir. Genellikle ilkökul öğrencilerinin geometri, simetri, kesirler gibi matematik kavramlarını öğrenmelerine yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır. Bir sanal manipülatif olan Pattern Blocks, kullanıcıların kare, üçgen, dikdörtgen, ikizkenar üçgen, beşgen ve altıgen gibi farklı geometrik şekilleri hareket ettirebileceği ve değiştirebileceği özelliklere sahiptir, bu özellikler arasında renk değiştirme, konum değiştirme ve yön değiştirme gibi seçenekler bulunur. Bu öğretici araçlar aracılığıyla, çocuklar geometrik şekiller arasındaki ilişkileri keşfetme fırsatı bulurlar. Bu şekilleri bir araya getirerek yeni şekiller yaratma sürecinde hem yaratıcılıklarını hem de mekansal algılarını geliştirebilirler. Aynı zamanda, Pattern Blocks kullanılarak yapılan örüntü ve simetri çalışmaları, çocukların düzen ve estetik duygusunu geliştirmelerine yardımcı olur.

Tangrams, 7 adet geometrik şekilden (parçadan) oluşan eski bir Çin bulmaca oyunudur. Bu parçalar "tans" olarak adlandırılır ve bir kare, beş üçgen (iki büyük, bir orta ve iki küçük) ve bir paralelkenar şeklindedir. Bu parçaların

düzenlenmesiyle birçok farklı şekil oluşturulabilir. Tangrams, çocuklardan yetişkinlere kadar her yaştan insan için eğlenceli ve eğitici bir aktivitedir. Tangrams oyunu, tüm parçaları kullanarak bir kare oluşturmaktan başlar. Daha sonra, çeşitli nesnelerin, hayvanların, insan figürlerinin veya geometrik desenlerin siluetlerini oluşturmak için parçalar yeniden düzenlenir. Tangrams bulmacaları genellikle çizim veya siluet olarak verilir ve oyuncunun bu silueti tüm parçaları birleştirerek oluşturması beklenir. Tangrams, çocukların ve yetişkinlerin problem çözme, geometrik kavramlar, mekansal ilişkiler ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Aynı zamanda yaratıcılığı ve sabrı teşvik eden keyifli bir aktivitedir.



Şekil 2.3 Tekli Temsil Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri

Fraction Pieces, öğrencilere kesirlerin temellerini öğretmek için kullanılan interaktif eğitim araçlarıdır. Kullanıcılar, bölünmüş daireler, çubuklar veya diğer şekiller gibi sanal nesneleri sürükleyip bırakarak veya tıklanabilir arayüzler kullanarak kesirleri oluşturabilir ve bunlarla etkileşimde bulunabilirler. Örneğin, bir öğrenci bir dairenin yarısını, dörtte birini veya sekizde birini seçerek bu parçaları bir araya getirebilir ve böylece bu kesirlerin toplamalarının nasıl bir bütün oluşturduğunu görebilir. Fraction Pieces, öğrencilere kesirleri öğrenme ve uygulama sürecinde derinlemesine bir anlayış kazandırabilir ve eğlenceli bir öğrenme ortamı yaratarak matematik becerilerinin gelişimini destekleyebilir.

Tekli temsil ortamı, öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel fikirlerine odaklanmalarına yardımcı olacak belirli görevleri tasarlamalarını gerektirir. Bununla birlikte, bu ortam aynı zamanda öğretmenlere müfredatın gereksinimlerini ve hedeflerini karşılayacak belirli görevleri tasarlama konusunda daha fazla

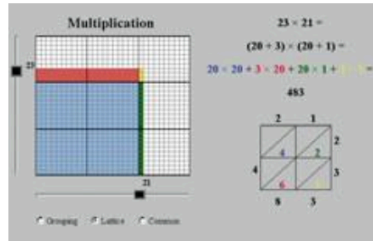
esneklik sunar. Açık uçlu doğası nedeniyle, tekli temsil ortamı, bağımsız uygulama etkinliklerinin temeli olarak kolaylıkla kullanılabilir (Wight ve Kitchenham, 2015). Ayrıca, Anderson-Pence (2014) tarafından vurgulandığı gibi, tekli temsil ortamı yalnızca resimli görüntülere dayandığı için öğretimde çok yönlü bir araç olarak kullanılabilir, çünkü resimli görüntüler farklı türde matematiksel keşifler için kullanılabilir.

Tekli temsil ortamı, öğrencilere matematiksel kavramların sayısal ve görsel temsilleri arasındaki ilişkiyi anlama ve bu ilişkiye dikkat etme fırsatı sunar. Bu ortam, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur, çünkü sayısal temsiller ve görsel temsiller arasındaki bağlantıyı kurmalarını gerektirir. Bu özellik, diğer sanal manipülatif ortamların aksine, sayısal ve görsel temsillerin aynı anda görünmediği bir öğrenme deneyimi sunar. Tekli temsil ortamıyla ilgili araştırmalar, bu yaklaşımın problem çözme sürecinde daha fazla yaratıcı çeşitliliğe yol açtığını göstermektedir (Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013). Örneğin, Moyer ve arkadaşları (2005) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, sanal manipülatif olarak kullanılan desen bloklarının (tekli temsil ortamı) çocuklar tarafından kullanıldığında, bu bloklarla daha yaratıcı davranışların sergilendiği rapor edilmiştir. Çocuklar, bu görsel temsil aracılığıyla matematiksel problemleri çözerken daha özgün ve yaratıcı yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bu durum, tekli temsil ortamının öğrencilere matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirme konusunda olumlu bir katkı sağladığını göstermektedir. Bu tür öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematiksel konuları daha derinlemesine anlamalarına ve yaratıcı çözümler üretmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

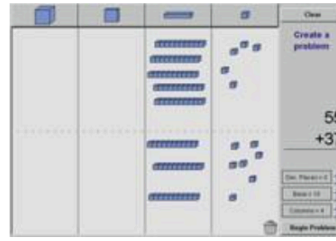
2.3.2.2 Çoklu Temsil Sanal Manipülatif Ortamı

Çoklu temsil sanal manipülatif ortamı, dinamik matematiksel nesnenin etkileşimli görsel temsilini içerir ve bu temsil sayısal ya da metinsel bilgilerle birlikte sunulur. Bu nedenle, çoklu temsil ortamı genellikle iki veya daha fazla temsil biçimine dayanır ve bu temsiller genellikle resimli ve sayısal temsillerdir (Bolyard ve Moyer, 2007). Şekil 2.4'te gösterilen çoklu temsil ortamının üç örneği, NLVM'de bulunan Rectangle Multiplication of Fractions (Kesirlerin Dikdörtgen Çarpımı), Base Blocks Addition (Temel Blokları Toplama) ve NCTM Illuminations web sitesinde bulunan Equivalent Fractions (Eşdeğer Kesirler) uygulamalarıdır.

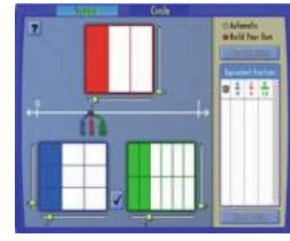
Rectangle Multiplication of Fractions uygulaması, öğrencilere kesirlerde çarpma işlemini görsel olarak sunmak için geliştirilmiş bir öğrenme aracıdır. Bu uygulamada, her bir kesir bir dikdörtgen veya alan olarak temsil edilir. Daha sonra bu dikdörtgenleri veya alanları çarparak sonuçlar elde edilir. Bu uygulama, öğrencilere kesirlerin çarpılma işlemini görsel olarak göstererek anlamalarına yardımcı olur. Öğrenciler, kesirlerin çarpma işleminin soyut bir kavram olmadığını, aynı zamanda gerçek dünyadaki nesneleri veya alanları temsil etmek için de kullanılabileceğini daha iyi anlarlar. Bu uygulama, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi görselleştirmelerine ve anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca bu uygulama, matematik öğretiminde öğrenci başarısını artırmak için kullanılan etkili araçlardan biridir.



Rectangle Multiplication of Fractions



Base Blocks Addition



Equivalent Fractions

Şekil 2.4 Çoklu Temsil Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri

Base Blocks Addition uygulaması, matematik öğrenimini desteklemek için kullanılan bir öğrenme uygulaması veya öğretim aracıdır. Bu uygulama, özellikle temel matematik becerilerini geliştirmek ve öğrencilere sayıları toplama işlemi konusunda yardımcı olmak amacıyla kullanılır. Temel bloklar, sayılar ve işlemlerle ilgili görsel bir temsil sunar ve öğrencilere soyut matematik kavramlarını daha somut bir şekilde anlamalarına yardımcı olur. Base Blocks Addition uygulaması, genellikle temel blokların kullanımına dayanır. Bu bloklar, bir sayıyı temsil etmek için kullanılır ve çeşitli boyutlara sahip olabilir. En yaygın olarak kullanılan bloklar, birlik, onluk, yüzlük ve binlik bloklar gibi farklı değerlere sahip blokları içerir. Bu uygulamanın temel amacı, öğrencilere sayıları toplama işlemi ile ilgili temel kavramları öğretmek ve anlamalarına yardımcı olmaktır. Öğrenciler, görsel olarak

temsil edilen sayıları kullanarak sayıları toplama işlemini gerçekleştirirler. Böylece soyut matematik kavramları daha somut bir şekilde deneyimlerler.

Equivalent Fractions uygulaması, öğrencilerin kesirlerin eşdeğer formlarını anlama ve oluşturma yeteneğini geliştirmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Uygulama, öğrencilere kesirlerin eşdeğer formlarını tanımak ve oluşturmak için etkileşimli görseller ve aktiviteler sunar. Bu sayede öğrenciler, farklı kesirlerin aynı değeri temsil edebileceğini görsel olarak deneyimlerler. Ayrıca, uygulama kesirlerin sadeleştirilmesi veya genişletilmesi için uygulamalı örnekler sunar. Öğrenciler, kesirleri daha basit veya daha karmaşık formlara dönüştürme yeteneklerini geliştirebilirler. Eşdeğer kesirleri karşılaştırma ve sıralama fırsatları da sunan uygulama, öğrencilere farklı kesirleri nasıl karşılaştırabileceklerini ve sıralayabileceklerini öğretir. Son olarak, uygulama, öğrencilere eşdeğer kesirlerle ilgili soru-cevap aktiviteleri ve quizler sunar. Bu sayede öğrenciler, kavramları daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olan soruları çözebilirler. Bu tür bir uygulama, matematik öğreniminde kesirlerin anlaşılması ve ustalık kazanılması için etkili bir araç olarak kullanılabilir. Öğrencilerin kesirlerle ilgili kavramları daha iyi anlamalarına ve uygulamalarına yardımcı olabilir.

Bu uygulamaların her birinde, çoklu temsil ortamı bulunur ve resimsel görüntüler genellikle sayısal bilgilerle eş zamanlı olarak ilişkilendirilir. Kullanıcı, resimli görsellerle etkileşime girdiğinde, sayısal bilgiler, görsellere eşlik eden soyut bir model sunar. İki veya daha fazla farklı temsilin (resimsel, sayısal veya metinsel) aynı anda sunulması, kullanıcının görüntüleri sayısal matematiksel biçimde soyutlamalarla ilişkilendirmesine yardımcı olur. Birden fazla farklı temsilin (resimsel, sayısal veya metinsel) aynı anda sunulması, kullanıcının görselleri sayısal matematiksel biçimde soyutlamalarla ilişkilendirmesine olanak tanır.

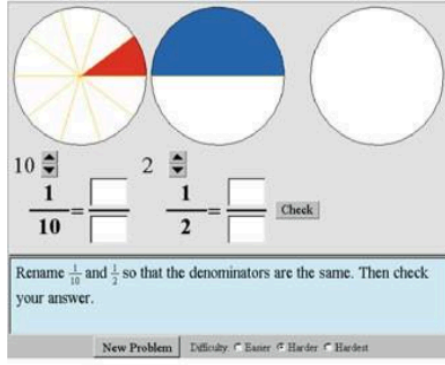
Aynı anda değişen sayısal ve resimsel bilgileri görüntülemek, kullanıcıların temsilleri uyarlamasına ve yeniden yorumlamasına olanak tanır (Martin ve Schwartz, 2005). Anderson-Pence (2014), öğrencilerin çoklu temsil ortamını kullanarak çiftler halinde çalıştıklarında, tartışmalarının daha yüksek düzeyde matematiksel genelleme, gerekçelendirme ve iş birliği yansıttığını bildirmiştir. Çoklu temsiller, öğrencileri bağlantı kurmaya, temsiller arasında karşılaştırmalar yapmaya ve kalıpları daha kolay görmeye teşvik etmiştir. Bu durum, matematik öğrenme sürecini zenginleştirerek öğrencilerin daha iyi anlamalarına ve derinlemesine düşünmelerine yardımcı olabilir.

2.3.2.3 Öğretici Sanal Manipülatif Ortamı

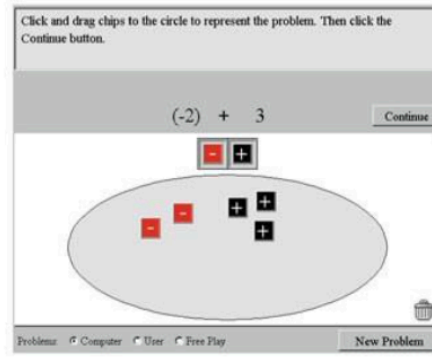
Öğretici sanal manipülatif ortamı, dinamik matematiksel nesnelerin etkileşimli görsel temsillerini içerir. Aynı zamanda sunulan matematiksel işlemler hakkında öğrencilere rehberlik eden sayısal ve metin bilgileri içerir. Bu eğitim ortamı, öğrencilere öğrenme süreçlerinde destek sağlar ve birden fazla temsil biçimine (resimsel, sayısal ve metin) dayanır. Rehberlik ve ders verme özellikleri, eğitim ortamını çoklu temsil ortamından farklı kılan özelliklerdir. Eğitim ortamının iki örneği Şekil 2.5'te gösterilen, Ulusal Sanal Manipülatifler Kütüphanesinde bulunan Fractions Adding (Kesirleri Toplama) ve Color Chips Addition (Renk Çipleri Toplama) uygulamalarıdır.

Fractions Adding uygulaması, kullanıcıya paydaları farklı olan iki kesir sunar. Öğreticideki bilgi istemi, kullanıcıya, her iki kesir için ortak bir paydaya sahip olacak şekilde iki kesri yeniden adlandırması için rehberlik eder. Öğrenciler her kesrin parça sayısını değiştirmek için ok düğmesini kullandıklarında, ortak bölgelerin bölümlerini bulana kadar her kesir bölgesinde toplam parça sayısının nasıl değiştiğini görebilirler. Ortak payda bulunduktan sonra, öğrencilerden iki kesri yeniden adlandırmaları ve cevaplarının doğru olup olmadığını kontrol etmeleri istenir. Doğru ortak paydaları oluşturduklarında, bir sonraki ekrana devam ederler ve kesir parçalarını bir toplam bölgesine sürükleyerek yeniden adlandırılan kesirleri eklemeye yönlendirilirler. Öğrenciler, oluşturdukları resimsel görüntüyü sembolik biçimde ifade ettiğinde, aldıkları geri bildirimler cevaplarının doğru olup olmadığını belirlemelerine ve gerektiğinde düzeltmelerine yardımcı olur.

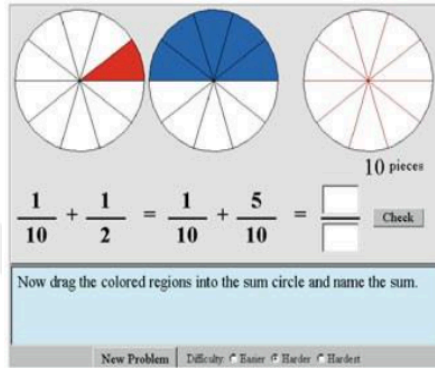
Color Chips Addition uygulaması, kullanıcıya sayısal bir ifade sunar ve kullanıcıdan ifadeyi oluşturmak için pozitif ve negatif çipleri kullanmasını ister. Öğrenciler, ifadeyi basitleştirmeleri ve bir çözüm yazmaları gereken bir sonraki ekrana geçerler. Eğitim ortamı genellikle, öğrencilere bir süreci adım adım anlamaları için rehberlik eden ve ders veren bu formatı takip eder. Şekil 2.5'te görülebileceği gibi, bu ortam, öğrencilere çeşitli temsiller kullanarak bir süreç veya işlem boyunca rehberlik eden birden fazla adım içerebilir. Görsel matematik araçları kullanarak öğrenciler, matematik kavramlarını daha derinlemesine anlayabilirler. Öğrenciler, görsel temsilleri inceleyerek soyut matematik kavramlarını somutlaştırabilirler. Ayrıca uygulama, öğrencilerin matematik işlemlerini hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olabilir.



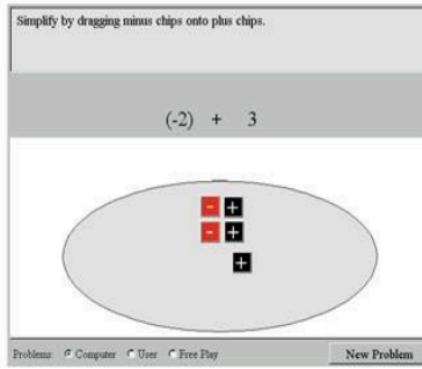
Fractions Adding – ekran 1



Color Chips Addition – ekran 1



Fractions Adding – ekran 2



Color Chips Addition – ekran 2

Şekil 2.5 Öğretici Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri

Anderson-Pence (2014), öğretici ortamın, bireysel olarak çalışan öğrenciler için daha uygun olduğunu belirtmiştir. Çünkü öğretici, temel olarak öğrencilere matematiksel işlemleri öğrenme adımlarında bireysel bir rehber olarak hizmet eder. Öğrencilerin bireysel olarak kendi bilgisayarlarında çalıştıkları sınıf çalışmalarında, öğretici ortamın önemli olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir (Reimer ve Moyer 2005; Steen ve ark. 2006; Suh ve Moyer 2007). Düşük, ortalama ve yüksek başarı gruplarının olduğu bir çalışmada araştırmacılar, eğitim ortamında adım adım sunum formatının düşük başarı grupları için faydalı olduğunu bildirmiştir (Moyer-Packenham ve Suh 2012). Adım adım eğitim ortamı, düşük başarı grubunu matematiksel süreçleri başarıyla tamamlamaları konusunda yönlendirmiştir.

2.3.2.4 Oyun Sanal Manipülatif Ortamı

Oyun sanal manipülatif ortamı, kullanıcının oyun içindeki hedeflere ulaşmak amacıyla etkileşimli bir şekilde dinamik matematiksel nesneleri görsel olarak deneyimlemesine imkan tanır. Bu nedenle oyun ortamı, seviyeler, rozetler,

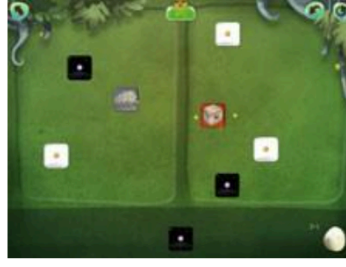
zaman kısıtlamaları, net hedefler, meydan okuma ve oyun merkezli tasarımı içerebilen çeşitli oyun özelliklerine sahip bir ortama yerleştirilmiş çoklu temsil biçimlerine dayanır (Deterding ve ark., 2011). Oyun ortamının üç örneği Şekil 2.6'da gösterilen Apple iTunes mağazasında bulunan Motion Math Zoom, DragonBox Algebra ve Hungry Guppy'dir.

Motion Math Zoom, özellikle ilkokul seviyesindeki çocuklar için tasarlanmış bir mobil matematik öğrenme uygulamasıdır. Bu uygulama, temel matematik becerilerini geliştirmeyi eğlenceli bir deneyime dönüştüren etkileşimli ve görsel bir yaklaşım sunar. Motion Math Zoom, sayıların küçüklüğünü ve büyüklüğünü anlamak için kullanıcıların parmaklarını ekranda kullanmalarına dayalı bir öğrenme deneyimi sunar. Kullanıcılar, sayıların küçüldüğünü ve büyüdüğünü görsel olarak görmek için sayıları yakınlaştırma (zoom in) ve uzaklaştırma (zoom out) hareketleriyle manipüle ederler. Uygulama, kullanıcıların sayıları daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için sayı doğrusu üzerinde gezinmelerine olanak tanır. Ayrıca, bu hareketler sayesinde temel matematik kavramlarını öğrenirken eğlenceli bir deneyim yaşarlar. Motion Math Zoom, öğrencilerin ondalık sayılar, kesirler ve oranlar gibi kavramları anlamalarına yardımcı olan interaktif görevler sunar. Bu uygulama, çocukların matematik anlayışını geliştirmelerine ve temel matematik becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olabilir.

DragonBox Algebra, matematik eğitimini oyun temelli bir yaklaşımla sunan bir mobil uygulamadır. Bu uygulama, öğrencilere matematiksel temel kavramları öğretmeyi amaçlar. Oyun benzeri bir deneyim sunarak öğrencileri matematik ile tanıştırmak ve soyut matematik kavramlarına daha erken yaşlarda aşina olmalarını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Uygulama, grafiksel gösterimler ve görsel unsurlar kullanarak matematiksel denklemleri daha anlaşılır hale getirir. Adım adım öğrenme süreci, öğrencilere soyut kavramları kolayca anlama fırsatı sunar. Ayrıca, ilerleme takip sistemi sayesinde öğrencilerin gelişimini izlemelerine yardımcı olur ve motive edici bir öğrenme deneyimi sunar. DragonBox Algebra, matematiği eğlenceli hale getirerek öğrencileri matematikle daha yakın bir ilişki kurmaya teşvik eder. Bu nedenle ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrenciler için etkili bir öğrenme aracı olarak kullanılabilir.



Motion MathZoom



DragonBox Algebra



Hungry Guppy

Şekil 2.6 Oyun Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri

Hungry Guppy, matematik öğrenimini eğlenceli ve etkileşimli bir şekilde teşvik etmek için tasarlanmış bir mobil uygulamadır. Bu uygulama, özellikle ilkokul seviyesindeki çocuklar için matematik temellerini geliştirmeye yardımcı olmayı amaçlar. Uygulamanın ana amacı, çocuklara temel matematik becerilerini kazandırmak ve bu becerileri güçlendirmek için oyunlar aracılığıyla eğitim vermektedir. Hungry Guppy'de çocuklar, sevimli bir balık karakteri olan Guppy'yi beslemek için matematik sorularını çözmek zorundadırlar. Bu uygulama, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme gibi temel matematik işlemlerini içeren farklı oyunlar sunar. Uygulamada yer alan oyunlar, çocukların matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda eğlenceli bir öğrenme deneyimi sunarlar. Hungry Guppy, görsel olarak çekici ve çocuk dostu bir tasarıma sahiptir ve öğrencilerin matematikle ilgilenmelerini teşvik eder. Bu uygulama, çocukların matematik becerilerini güçlendirmek ve öğrenirken eğlenmelerini sağlamak için kullanılan bir araç olabilir.

Bazı araştırmalar, oyun ortamlarındaki sanal manipülatiflerin matematik öğrenme sürecine olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir (Carr 2012). Barendregt ve arkadaşlarının (2012) yaptığı araştırma, beş ile altı yaşlarındaki çocukların üç hafta boyunca Fingu oyununu oynadıklarında aritmetik becerilerinin gelişimini desteklediğini göstermiştir. Riconscente'in (2013) Motion Math Fractions oyununu 122 dördüncü sınıf öğrencisiyle incelediği çalışma, öğrencilerin 5 gün boyunca 20 dakika oyunu oynadığında, kesir test puanlarında %15'lik bir iyileşme gösterdiğini bulmuştur. Araştırmalar, sanal manipülatiflerin öğrenme sürecini zenginleştirebileceğini ve öğrencilerin matematiksel yeteneklerini geliştirebileceğini göstermektedir.

2.3.2.5 Simülasyon Sanal Manipülatif Ortamı

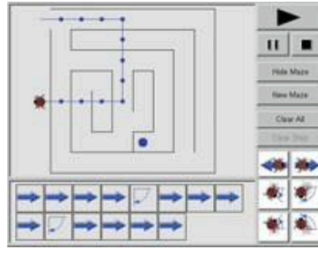
Simülasyon sanal manipülatif ortamı, dinamik matematiksel nesnenin etkileşimli görsel temsilini içerir ve kullanıcının çizmesini amaçladığı bir simülasyonu çalıştırmasına izin verir. Bu ortam, gömülü matematik kavramlarını anlamak için diğer temsilleri (sayısal veya metinsel) ile birlikte kullanır. Bu nedenle simülasyon ortamı, simülasyonu çalıştırmak için kullanılabilecek bir veya birden fazla temsil biçimine dayanabilir. Simülasyon ortamının üç örneği Şekil 2.7’de gösterilen, Sieve of Eratosthenes, Lady Bug Maze ve National Library of Virtual Manipulatives’de bulunan Box Model’dir.

Sieve of Eratosthenes uygulaması, matematiksel bir kavram olan asal sayıları bulma işlemine odaklanan bir sanal manipülatif araçtır. Uygulamanın adı, antik Yunan matematikçisi Eratosthenes’in asal sayıları bulma yöntemine dayanmaktadır. Bu uygulama, kullanıcıya belirli bir aralıktaki asal sayıları belirlemeleri ve işaretlemeleri için bir etkileşimli bir simülasyon sunar. Kullanıcı, bir sayı aralığını seçer ve uygulama bu aralıktaki asal sayıları görsel olarak gösterir. Kullanıcılar asal sayıları işaretler ve böylece asal sayıları kolayca tanıyabilirler. Sieve of Eratosthenes uygulaması, özellikle temel matematik eğitimi alanında öğrencilere asal sayıların tanıtılması ve anlaşılması için kullanışlıdır. Bu tür bir sanal manipülatif, öğrencilerin matematiksel kavramları daha somut bir şekilde deneyimlemelerine ve anlamalarına yardımcı olabilir.

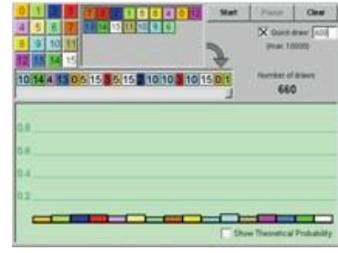
Lady Bug Maze, matematik öğrenme sürecini eğlenceli hale getiren ve özellikle çocuklara yönelik bir sanal manipülatif uygulamasıdır. Bu uygulama, temel matematik becerilerini öğrenmeye yardımcı olmayı amaçlar. Lady Bug Maze, bir labirent içinde seyahat eden bir uğur böceğini kontrol etme temeline dayanır. Kullanıcılar, uğur böceğini yönlendirerek labirentin içinde dolaşmasını sağlarlar. Labirentte çeşitli matematiksel görevler ve bulmacalar bulunur. Öğrenciler, bu bulmacaları çözmek için matematiksel kavramları uygulamalıdır. Lady Bug Maze, öğrencilerin matematik becerilerini geliştirirken aynı zamanda eğlenmelerini sağlayan etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunar. Bu tür interaktif uygulamalar, öğrencilerin soyut matematik kavramlarını somut örneklerle ilişkilendirerek daha derin bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, bu uygulamalar matematiği daha keyifli ve erişilebilir hale getirerek öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını artırabilir.



Sieve of Eratosthenes



Lady Bug Maze



Box Model

Şekil 2.7 Simülasyon Sanal Manipülatif Ortamı Örnekleri

Box Model, matematik öğrenme sürecini desteklemek amacıyla tasarlanmış bir sanal manipülatif uygulamasıdır. Bu uygulama, özellikle temel olasılık ve istatistik kavramlarını anlamak isteyen öğrencilere yöneliktir. Box Model, temel olarak rasgele deneylerin ve olasılıkların görsel bir temsilini sunar. Kullanıcılar, farklı renklere sahip topların bir kutu içinde karıştırılmasını ve çekilmesini simüle edebilirler. Bu çekme işlemi, rasgele olayların sonuçlarını göstermek ve olasılık kavramlarını anlamak için kullanılır. Uygulama, kullanıcılara rasgele deneyler yapma ve sonuçları gözlemleme fırsatı sunar. Kullanıcılar, topların çekilme olasılıklarını ve farklı renk kombinasyonlarını keşfedebilirler. Bu, temel olasılık teorisi kavramlarını somutlaştırmak için etkili bir yöntemdir. Box Model uygulaması, matematik öğrenme sürecini daha eğlenceli ve interaktif hale getirerek öğrencilerin bu konudaki anlayışlarını geliştirmelerine yardımcı olabilir. Özellikle olasılık ve istatistik derslerindeki öğrenciler için faydalı bir araç olabilir.

Clements ve arkadaşları (2001), Logo Geometri adlı simülasyon ortamını kullanarak gerçekleştirilen bir araştırmada, geometrik şekilleri, yolları ve hareketleri simüle etmek için bu yazılımı kullanmıştır. Bu araştırma, anaokulu ile 6. sınıf arasındaki öğrencilerle gerçekleştirilmiş olup, Logo Geometri müfredatını kullanan öğrencilerin geleneksel geometri öğretimine katılan öğrencilere göre neredeyse iki kat daha fazla başarılı olduklarını göstermiştir. Bu çalışma, simülasyon sanal manipülatif ortamının, öğrencilere sembolik ve görsel temsiller arasındaki ilişkileri anlama konusunda yardımcı olduğunu, öğrencileri geometrik varsayımlar yapmaya ve bunları test etmeye teşvik ettiğini açıkça göstermektedir.

2.3.3 Sanal Manipülatiflerin Faydaları ve Sınırlılıkları

Teknolojiyle eşleştirilen geleneksel öğretim, öğrencinin akademik öğrenmedeki başarısını olumlu yönde etkileyebilir (Seo ve Woo, 2010). Birçok sanal manipülatif yazılım programı ve uygulaması, onları kullanan öğrencilerin matematiksel öğrenmelerine ve okuryazarlıklarına göre uyarlanmış gelişen bir teknoloji sunmaktadır. Bu nedenle sanal manipülatiflerin özel gereksinimli olan öğrenciler için de umut vaad ettiği söylenebilir. Çocuklar öğrendikleri içeriği daha iyi anladıkça, yazılım programları, öğrencilere daha karmaşık problemleri çözmeleri için gerekli becerileri kazanmaları konusunda destek sunarak onları teşvik eder. Böyle bir esneklik, öğrencilerin zaman içinde aynı programla büyümesine olanak tanır ve bir müfredatla uyumlu bir sonraki beceriyi öğrenmek için yeni araçlar arama ihtiyacını ortadan kaldırır. Örneğin, First in Math gibi programlar öğrencinin ilerlemesini izler ve öğrenci performansına dayalı olarak yeni hedefler belirler (Flaherty ve ark., 2005). Öğretmenler, veliler ve öğrenciler, programı kullanırken öğrencinin ilerlemesini izleyen bir profil raporu aracılığıyla zayıf oldukları alanları belirleyebilirler.

Özel eğitimciler için sanal manipülatif uygulamalarına erişim, çevrimiçi olarak ücretsiz veya düşük maliyetli olabilir. Bu programlar, okulların abonelik satın almasına izin verdiğinden dolayı öğretmenlere erişim ve kullanım açısından daha fazla esneklik sağlar. Öğretmenler, öğrenciler ve veliler, aynı okul binasındaki birden fazla sınıftan veya bir öğrencinin evinden sanal manipülatiflere erişebilirler. Ayrıca, öğrenciler öğretmenin olmadığı zamanlarda farklı ortamlarda çalışırken geri bildirim alma fırsatına sahiptirler. Birçok uygulama, öğrencilerin çalışmalarını e-posta ve sosyal medya aracılığıyla paylaşmalarını ve geri bildirim alabilmelerini sağlar. Bu durum, öğretmenlerin sınıfın sınırlarını daha önce mümkün olmayan bir şekilde genişletmesine olanak tanır. Örnek olarak, Desmos Graphing Calculator adlı ücretsiz bir uygulama, standart bir grafik hesap makinesinin tüm özelliklerine sahiptir ve farklı cihazlar (bilgisayarlar, tabletler ve telefonlar) üzerinden erişim imkanı sunar. Bu program, video eğitimleri, bir kullanıcı kılavuzu ve yardım merkezi gibi ek erişim seçenekleri sunmanın yanı sıra, grafiklerin e-posta aracılığıyla paylaşılmasına da imkan tanır. Bu esneklik, öğrencilerin uygulama aracılığıyla yardım ve geri bildirim alabilmeleri için öğretmenlere bilgi göndermelerini kolaylaştırır. Böylece, öğretmenler ve öğrenciler yüz yüze

olmadıkları zamanlarda da iş birliği yapabilirler (Desmos Inc., 2016). Tablo 2.11’de bazı sanal manipülatif uygulamalarına yönelik örnekler yer almaktadır.

Tablo 2.11 Sanal manipülatif uygulamaları

Uygulama Adı	Web Adresi	Ücret	Sınıf Düzeyi
NLVM	nlvm.usu.edu	Ücretsiz	Anasınıfı-12. sınıf
GeoGebra	geogebra.org	Ücretsiz	Anasınıfı-12. sınıf ve üstü
Mathigon	mathigon.com	Ücretsiz	Anasınıfı-12. sınıf
Cuisenaire Rods	Uygulama mağazalarında bulunabilir.	Ücretsiz veya düşük maliyetli	Anasınıfı-8. sınıf
Desmos	desmos.com	Ücretsiz	6.-12. sınıf ve üstü
Illuminations - NCTM	illuminations.nctm.org	Ücretsiz	Anasınıfı-12. sınıf
First in Math	firstinmath.com	Abonelik modeliyle ücretli	Anasınıfı-8. sınıf
Braining Camp	brainingcamp.com	Ücretsiz deneme, sonra ücretli	Anasınıfı-12. sınıf

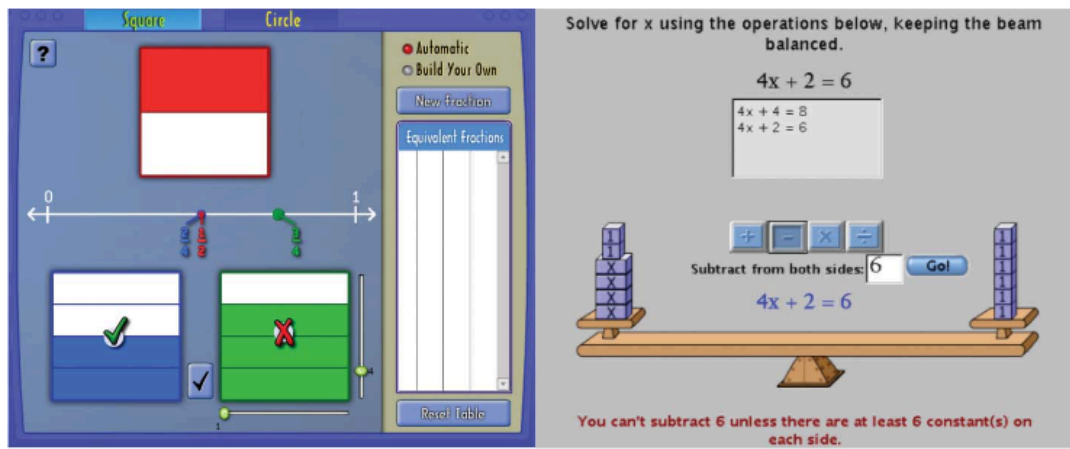
Sanal manipülatifler, öğrencilerin öğrenme sürecini daha bireyselleştirilmiş hale getirerek, her öğrencinin kendi öğrenme hızına göre ilerleyebilmesine olanak tanır. Öğrenciler, bu tür programlar aracılığıyla matematiksel kavramları anlama ve uygulama süreçlerini kendi hızlarında yönetebilirler. Bu, her öğrencinin güçlü yönlerini vurgulamasına ve zayıf yönlerini geliştirmesine yardımcı olur. Aynı zamanda, sanal manipülatifler, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini daha etkileşimli hale getirir. Öğrenciler, bu programlar üzerinden matematiksel kavramları keşfederken, deneme yanılma yoluyla öğrenirler. Bu aktif öğrenme deneyimi, öğrencilerin matematiksel konuları daha derinlemesine anlamalarına

katkı sağlar. Öğrenci özerkliği açısından, sanal manipülatifler öğrencilere daha fazla sorumluluk ve özgürlük verir. Öğrenciler, kendi öğrenme süreçlerini yönlendirebilirler. Bu, öğrencilerin öğrenmeye yönelik kendi motivasyonlarını artırabilir ve daha fazla özgüven geliştirmelerine olanak tanır. Sanal manipülatifler ayrıca öğrencilere gerçek matematik görevlerinde sağlanan sanal geri bildirim ile kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Bu geri bildirim, öğrencilerin nerede hata yaptıklarını anlamalarına ve eksikliklerini gidermelerine yardımcı olur. Sonuç olarak, öğrenciler daha bağımsız bir şekilde öğrenebilir ve sınıf içi öğretmen desteğine daha az ihtiyaç duyarlar (Mortensen, 2011; Patrick, 2011).

Sanal ve somut manipülatifler karşılaştırıldığında, yetersizliği olan öğrenciler sorunları çözmek için sanal manipülatiflerde daha fazla bağımsızlık sergilerler (Bouck ve ark., 2014; Satsangi ve ark., 2016). Öğrenciler bir hata yaptığında somut manipülatifleri kullanan öğretmenler öğrencileri problem çözme süreci boyunca yeniden yönlendirirken, sanal manipülatif uygulamaları kullanıldığında öğrencilere anında geri bildirim sağlanır. Sanal manipülatif uygulamaları, öğrencilere bir problemdeki bir adımı doğru veya yanlış olarak tamamlamaya çalıştıklarında genellikle ekranda yazılı bir görsel veya işitsel bir bilgi sunar. Şekil 2.8’de, öğrencilerin doğrusal denklem problemlerini çözmek için sanal bir terazi kullanırken, terazinin her iki tarafına değişkenleri ve sabitleri temsil eden blokları yerleştirmeleri gerekir. Ancak kullanıcı yanlış bir şekilde dengeleme yaparsa, sanal manipülatif genellikle ekranda bir hata mesajı gösterir. Fiziksel bir denge kullanıldığında, böyle bir hatayı düzeltmek için bir öğretmenin her adımı gözden geçirmesi ve denetlemesi gerekir. Ancak sanal manipülatifler, dış yönlendirmeler ve otomatikleştirilmiş rehberlik sunarak öğrencilere ilk talimatları aldıktan sonra daha az öğretmen denetimiyle çalışma fırsatı sunar. Bu yaklaşım, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini daha bağımsız bir şekilde yönetmelerine olanak tanır.

Birçok sanal manipülatif uygulaması, farklı yaş gruplarındaki öğrencilere yönelik özelleştirilebilir araçlar sunarak çok çeşitli sunum formatları sağlar. Bu özellik, özellikle ortaokul öğrencileri için teknoloji seçeneklerini değerlendirirken önemlidir ve genellikle gözden kaçırılan bir noktadır. Öğrencileri genel eğitimdeki ekranlarından ayıran öğrenme destekleri, uzun vadeli etkilere sahip olabilir (Finegan ve Austin, 2002). Bu farklılık, öğrencilerin teknolojiyi kullanma deneyimlerini olumsuz etkileyebilir ve gelecekte teknolojiyi sınıfta kullanmaya

karşı direnç geliştirmelerine neden olabilir. Sanal manipülatif uygulamaları, özellikle özel gereksinimli öğrenciler için damgalayıcı olmayan yaşa uygun seçenekler sunarak bu durumu çözmeye yardımcı olabilir (Satsangi ve Bouck, 2015). Her yaş grubundan bireyler, bilgisayarlar ve tabletler gibi yaygın olarak kullanılan teknolojik araçlar aracılığıyla sanal manipülatiflere erişebilirler. Bu teknolojilerin günlük yaşamda yaygın olarak kullanılması, öğrencilerin teknolojiyi kullanırken kendilerini daha az farklı hissetmelerine yol açabilir. Bu da sanal manipülatiflerin daha geniş bir öğrenci kitlesi tarafından kabul edilmesini kolaylaştırabilir.



Şekil 2.8 Sanal Manipülatif Uygulamalarında Yönlendirme Örnekleri

Özellikle orta okul öğrencileri, genellikle akranlarının algılarına karşı daha duyarlı oldukları için yaşa uygun teknolojinin seçimi öğretmenler için önemlidir. Öğrencilere, tercihlerine göre iki farklı manipülatif seçeneği sunmak, öğretmenlere bu tür sorunları ele alırken öğrenci tercihlerini dikkate alma fırsatı verir. Öğrenciler genellikle yardımcı teknolojinin yararları ve sınırlılıkları hakkında güçlü inançlara sahiptir (Taber-Doughty, 2005). Bu durum, sınıfta teknolojiyi kullanan öğrencilerin genel başarısında rol oynayabilir. Araştırmalar, öğrencilere öğretimin nasıl sağlanacağı konusunda seçenekler sunulduğunda başarı puanlarının arttığını göstermektedir (Killu ve ark., 1999). Belirli bir teknolojinin hem yaşa uygun olup olmadığını hem de öğrencinin tercihleriyle uyumlu olup olmadığını değerlendirmek, öğrencilerin performansını ve gelecekte teknolojiyi kullanma isteklerini önemli ölçüde etkileyebilir. Tablo 2.12’de öğretmenlerin sanal ve somut

manipülatifler arasında seçim yaparken göz önünde bulundurması gereken bazı sorulara yer verilmiştir. Tablo 2.13'te ise her iki teknolojinin faydaları ve sınırlılıkları ifade edilmiştir.

Tablo 2.12 Sanal ve somut manipülatifler arasında seçim yaparken göz önünde bulundurulması gereken sorular

�l�tler	öğretmenlerin sorması gereken sorular
Taşınabilirlik	�ğrenci, manip�latifi birden fazla ortamda (genel eēitim sınıfından destek eēitim odasına veya okuldan eve) kolayca taşıyabilir mi?
Kullanılabilirlik	�ğretmen, belirli bir ders veya ünite planında yer alan farklı matematiksel kavramları öğretmek için ihtiyaç duyulan çeşitli manipülatiflere erişebiliyor mu? Öğretmen ve ocuēun aile �yeleri, internet baēlantısı olan bilgisayarlara veya tabletlere kolay erişimi var mı?
Pratiklik	Manipülatif, finansal maliyeti açısından öğretmenler ve veliler için erişilebilir mi?
Katılım	�ğrenci kendi başına manip�latifi kullanarak başarılı olabilir mi yoksa bir öğretmenin varlıēı gerekli midir? Teknolojinin belirli bir ortamda kullanılması öğrencinin ekranları tarafından dışlanmasına neden olur mu?

Not. Satsangi ve Miller'den (2017) alınmıştır.

Tablo 2.13 Sanal ve somut manipülatiflerin faydaları ve sınırlılıkları

Teknoloji	Faydaları	Sınırlılıkları
Sanal manipülatifler	Genellikle ücretsiz veya düşük maliyetli çevrimiçi olarak kullanılabilir. Dağıtmak ve toplamak için zaman açısından verimli; montaj gerektirmez. Öğretmenler arasında kolayca paylaşılır. Eve kolayca taşınabilir veya evden erişilebilir. Değişen yaş ve sınıf seviyelerine göre uyarlanmış programlar/uygulamalar içerir. Öğrencilere verilmeden önce mevcut dereceli puanlama anahtarları ile kolayca değerlendirilir.	Özel gereksinimli öğrencilerle sınırlı ama büyüyen araştırma tabanına sahiptir. Erişim için internet bağlantısı ve bir bilgisayar/tablet gereklidir. Bilgisayar/tablet satın almak öğretmenler veya aileler için uygun olmayabilir. İnce motor becerilerine sahip olmayan öğrenciler, bilgisayar faresi veya izleme dörtgeni kullanmakta zorlanabilirler.
Somut manipülatifler	Özel gereksinimli öğrencilerde etkililiğini gösteren kayda değer araştırma tabanı bulunmaktadır. Bire bir eğitim için etkili olduğu gösterilmiştir. Büyük setler halinde satın alınabilir. Kinestetik bir öğrenme bileşeni sağlar. Anasınıfı-5.sınıf çocuklarına hitap eder.	Büyük setler satın almak maliyetlidir. Dağıtmak/toplamak zaman alıcıdır. Bazı tasarımlar montaj gerektirir. Birden fazla öğretmen arasında paylaşmak zordur. Evden okula ve okuldan eve ulaşım zordur. Ortaöğretim öğrencileri için her yaşa uygun değildir.

Not. Satsangi ve Miller'den (2017) alınmıştır.

Bir teknolojinin öğrencinin yaşına, öğrenme stiline ve kişisel tercihlerine uygunluğunu değerlendirmek için uygulayıcıların ölçme ve değerlendirme araçlarıyla donatılması önemlidir (Boone ve Higgins, 2007). Eğitimciler olarak, kaliteli kaynakları belirlemek zorlayıcı ve karmaşık bir görev olabilir. Ancak, özellikle web tabanlı programları ve uygulamaları değerlendirmek için tasarlanmış olan mevcut değerlendirme listeleri, bilinçli kararlar vermede yardımcı olabilir. Değerlendirme listelerinin kullanılması, programları ve uygulamaları değerlendirmek isteyen öğretmenlere, öğrencilere ve ailelere öğretim teknolojisinin çeşitli faktörlerini ölçme fırsatı sunar (Weng ve Taber-Doughty, 2015). Öğrenciler için öğrenmeyi kolaylaştıran faktörler arasında dikkat artırma, bilişsel yükü azaltma ve düzeltici geri bildirim sunma gibi önemli özellikler bulunmaktadır (Deubel, 2003; Mayer ve Moreno, 2003) ve bu faktörler, dereceli puanlama anahtarları kullanılarak ölçülebilir. Örneğin, bir programın veya uygulamanın öğrencinin dikkatini artırıp artırmadığını değerlendirmek için dereceli puanlama anahtarları kullanılabilir. Bu anahtarlar, programın veya uygulamanın ilgi çekici ve etkileşimli özelliklere sahip olup olmadığını ve kullanıcı dostu bir mantıksal sıralama sunup sunmadığını ölçmeye yardımcı olabilir (Seo ve Woo, 2010). Bir öğrenciye yüklenen bilişsel yükün miktarını değerlendirmek için dereceli puanlama anahtarları kullanılabilir. Bu anahtarlar, bir programın veya uygulamanın modalitelerini (örneğin, görsel veya işitsel) ve temsil biçimlerini (örneğin, sözlü veya sözsüz) değerlendirmek için kullanılabilir (Mayer ve Moreno, 2003; Park ve Etgen, 2000). Ayrıca, değerlendirme listeleri kullanılarak öğretmenler, bir programın veya uygulamanın öğrenciler için istenmeyen bir pekiştirme etkisi yaratabilecek bir geri bildirim sağlayıp sağlamadığını da değerlendirebilir (Sherer ve ark., 2001).

Sanal manipülatiflerin yararlarının yanı sıra, bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Kabel ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan araştırmada, yeni bir çevrimiçi programın başlangıcında bazı öğrencilerin matematik problemleri üzerinde çalışırken sanal manipülatifleri kullanmada zorluk yaşadığı belirtilmektedir. Öğretmenler, daha sonra öğrencilerin yeni öğrenme platformuna kademeli olarak uyum sağladıklarını ve matematik bilgisi akıcılığında önemli bir gelişme gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğretmenler kırsal bölgelerdeki okullarda eğitim teknolojisine erişim ve kaynak eksikliğinin, eğitim fırsatlarına eşit erişimi sınırlayabileceğine dikkat çekmişlerdir. Bu tür bölgelerde, teknolojiye

erişimdeki bu kısıtlamaların öğrencilerin eşit şekilde yararlanmasını engelleyebileceği konusunda endişelerini dile getirmişlerdir. Ayrıca, özel eğitim öğretmenlerinin bu teknoloji araçlarını etkili bir şekilde kullanma konusunda uzmanlaşmaları gerektiği vurgulanmıştır.

2.4 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Matematik Öğretimi

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin başarısını artırmak için problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanmak, sanal manipülatif uygulamalarını kullanarak görsel öğrenmeyi teşvik etmek ve özel öğretim yöntemleriyle bireysel ihtiyaçları karşılamak önemlidir. İzleyen başlıklarda matematik öğrenme güçlüğü, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde problem çözme becerisi, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde sanal manipülatif uygulamalarının kullanılması ve matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematik öğretiminde kullanılan öğretim yöntemlerine yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.4.1 Matematik Öğrenme Güçlüğü

'Diskalkuli' terimi, matematik öğrenme güçlüğüne ifade eden bir terim olarak 1940'ların ortalarında kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu terimin daha ayrıntılı ve bilimsel bir tanımı, 1974 yılında Çek araştırmacı Ladislav Kosc'un çalışmasıyla yapılmıştır. Kosc (1974), gelişimsel diskalkuliye "Matematiksel yeteneklerin yapısında genetik veya doğuştan gelen bir bozukluk nedeniyle yaşa uygun bir şekilde olgunlaşamayan, aynı zamanda genel zihinsel işlevlerde bir bozukluğun bulunmadığı, beynin anatomik ve fizyolojik alt tabakasında meydana gelen bir yapısal bozukluk" olarak tanımlamıştır (s.165). Ulusal Sayısal Strateji (The National Numeracy Strategy; DfES, 2001) ise, matematik öğrenme güçlüğüne, "Diskalkuli, aritmetik becerileri kazanma yeteneğini etkileyen bir durumdur. Diskalkulik öğrenenler, temel sayı kavramlarını anlamakta güçlük çekebilirler, sayıları sezgisel olarak kavrayamazlar ve sayı gerçeklerini ve işlemlerini öğrenmede sorun yaşayabilirler. Doğru cevap verseler bile bunu mekanik bir şekilde ve güven duymadan yapabilirler" (s.2) şeklinde tanımlamıştır. Amerikan Psikiyatri Birliği (American Psychiatric Association [APA]) tarafından yayınlanan Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabının (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders [DSM-V]), en son revizyonunda matematik öğrenme güçlüğüne, okuma ve yazılı anlatım güçlüğü ile

birlikte özel öğrenme güçlüğü kategorisi altında tanımlamıştır. Tanım, bireylerin matematiksel becerilerde yaşadıkları güçlükleri açıklamaktadır. Bu tanıma göre:

- Sayı Duyusu: Birey, sayılarla ilgili temel kavramları (örneğin, sayıların sıralaması, büyüklükleri) anlama konusunda güçlük çekebilir.
- Temel Matematik Gerçekleri Öğrenme: Birey, temel matematik gerçeklerini (örneğin, toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri) öğrenme konusunda sorunlar yaşayabilir.
- Hesaplama: Matematiksel hesaplama becerilerinde zorluklar yaşanabilir.
- Matematiksel Akıl Yürütme: Birey, matematiksel problem çözme ve akıl yürütme konularında güçlükler gösterebilir.

Tanıma göre, bu güçlükler en az altı ay boyunca devam etmelidir ve bireylerin matematiksel becerileri yaşlarına göre beklenenin çok altında olmalıdır. Bu tanım, matematik öğrenme güçlüğünün ciddi bir özel öğrenme güçlüğü olduğunu ve bireylerin bu alandaki güçlüklerini tanımlamak ve ele almak için kullanılan standart bir referans noktası olduğunu vurgular.

Matematik becerileri ve matematik öğrenme güçlüğü belirtileri, farklı yaş gruplarındaki bireyler arasında farklılık gösterebilir. Sınıf düzeylerine göre temel matematik becerileri ve matematik öğrenme güçlüğü belirtileri Tablo 2.14'te gösterilmiştir. Bu tablo, ilkokuldan lise düzeyine kadar farklı eğitim kademelerinde matematik becerilerini ve matematik öğrenme güçlüğü belirtilerini özetlemektedir. Matematik öğrenme güçlüğü, yaşa ve eğitim seviyesine göre değişebilen belirtilerle ortaya çıkabilen bir durumdur ve her birey farklıdır. Bu nedenle, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin değerlendirilmesi ve onlara uygun destek sağlanması önemlidir.

Matematik öğrenme güçlüğü, erken tanı ve etkili müdahale ile yönetilebilir bir durumdur. İlkokul düzeyinde, temel sayı kavramlarını güçlendirmek ve sayıları tanıma, sıralama ve büyüklük-küçüklük ilişkilerini anlama konularında öğrencilere sağlam bir temel oluşturmak önemlidir. Bu amaçla, görsel materyaller ve etkileşimli oyunlar kullanılabilir. Ayrıca, matematik öğrenimini eğlenceli hale getirmek için matematik oyunları düzenlemek öğrencilerin ilgisini çekebilir. Somut materyaller, temel aritmetik işlemlerini öğrenirken soyut kavramları daha anlaşılır hale getirebilir. Sayı blokları, sayı çubukları veya sayı tahtaları gibi materyaller, öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Tablo 2.14 Sınıf düzeylerine göre temel matematik becerileri ve matematik öğrenme güçlüğü belirtileri

Sınıf Düzeyi	Temel Matematik Becerileri	Matematik Öğrenme Güçlüğü Belirtileri
İlkokul (1-4. Sınıflar)	Sayı tanıma ve sayma becerileri Toplama ve çıkarma işlemleri Zaman kavramını anlama (saat ve dakika) Temel ölçme ve karşılaştırma becerileri (uzunluk, ağırlık, hacim)	Sayıları tanımakta zorluk çekme ve sayma hataları yapma Toplama ve çıkarma işlemlerini anlamada sorunlar Zamanı anlama ve saat okuma güçlüğü Temel ölçme kavramlarını anlamada zorluk Hatalı veya yavaş problem çözme becerileri Matematik görevleri sırasında kaygı
Ortaokul (5-8. Sınıflar)	İleri seviyede dört işlem becerileri Kesirler, ondalık sayılar ve yüzde işlemleri Denklem kurma ve çözme becerileri Geometri Temel istatistik	Matematik işlemlerinde hatalar yapma veya işlem sırasını karıştırma Kesirler, ondalık sayılar veya yüzde kavramlarını anlamakta güçlük Denklem kurma ve çözme becerilerine yönelik problemleri anlamada güçlük Geometri kavramları anlama ve çevre-alan hesaplamalarını yapma güçlüğü Veri toplama, grafiklerle çalışma ve istatistiksel kavramları anlama güçlüğü Dikkat eksikliği veya odaklanma sorunları nedeniyle hatalar yapma eğilimi Matematik görevleri sırasında kaygı
Lise (9-12. Sınıflar)	Denklemler, eşitsizlikler, fonksiyonlar Trigonometri, geometri ve analitik geometri Türev ve integral hesaplamaları İstatistik ve olasılık Lineer cebir ve matris işlemleri	Denklemler, eşitsizlikler ve fonksiyon konularında güçlük yaşama Trigonometri, geometri ve analitik geometri ile ilgili sorunlar yaşama Türevlerin veya integral hesaplamalarının anlaşılabilmesi İleri seviyede istatistik veya olasılık teorisinde zorlanma Lineer cebir veya matris işlemlerini anlamada güçlük Ders notlarının düşmesi ve matematik sınavlarında başarısızlık Özellikle soyut kavramlarla çalışırken hata yapma sıklığı Matematik görevleri sırasında kaygı

Ortaokul düzeyinde soyut matematik kavramlar daha fazla önem kazanır. Bu nedenle somut materyaller ve görsel işaretler kullanmak, soyut kavramları daha anlaşılır hale getirebilir. Öğrencilere denklemleri veya geometrik şekilleri somut nesnelerle temsil etme fırsatı vermek önemlidir. Ortaokul düzeyinde matematik, daha karmaşık problem çözme becerilerini gerektirir. Öğrencilere problem çözme stratejileri öğretmek ve bu becerileri uygulamalarına fırsat vermek önemlidir. Matematik öğrenme yazılımları ve uygulamaları, öğrencilere interaktif ve eğlenceli bir öğrenme deneyimi sunabilir. Bu tür teknolojiler, matematik becerilerini geliştirmek için kullanılabilir. Öğrencilere düzenli geribildirim sağlanmalı ve hataları düzeltmek ve ilerlemek için fırsat verilmelidir.

Lise düzeyindeki öğrencilere matematiksel terimleri ve sembolleri anlama konusunda yardımcı olunmalıdır. Matematiksel ifadelerin ve denklemlerin nasıl okunacağı ve yorumlanacağı öğretilmelidir. Öğrencilere karmaşık problemleri analiz etme ve çözme becerileri kazandırılmalıdır. Matematiksel problemlerin nasıl çözüleceği ve adımların nasıl takip edileceği öğretilmelidir. Öğrencilere soyut matematik kavramları daha somut hale getirmek için görsel materyaller ve somut nesneler kullanarak yardımcı olunabilir. İnteraktif matematik yazılımları ve uygulamaları, öğrencilere matematik öğrenme süreçlerini desteklemek için kullanılabilir. Öğrencilerin birbirleriyle işbirliği yaparak matematiksel konuları tartışmaları ve problemleri birlikte çözmeleri teşvik edilebilir. Öğrencilere matematik öğreniminin gelecekteki kariyerlerine ve günlük yaşamlarına nasıl katkı sağlayabileceği konusunda farkındalık yaratmak ve motivasyonlarını artırmak önemlidir.

2.4.2 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Problem Çözme

Matematikteki düşük başarısı, belirli bir öğrenme güçlüğü nedeniyle olan öğrenciler, ortalama veya ortalamanın üstünde zekaya sahip olmalarına rağmen okul deneyimleri boyunca sık sık başarısızlıkları nedeniyle eğitimciler için özel bir endişe kaynağı olmuştur (Carnine ve ark., 1994). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, matematikle ilgili çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalabilirler. Bu öğrenciler, matematiksel temel kavramları anlama ve kavrama konusunda zorluk yaşarlar. Sayıların işlevini, matematiksel işlemleri ve temel matematiksel terimleri anlamakta güçlük çekebilirler. Ayrıca, aritmetik işlemlerde (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) hatalar yapma eğilimindedirler. Temel matematiksel işlemlerde doğru sonuçları elde etmede zorlanabilirler. Matematiksel ifadeleri anlamada ve

yorumlamada güçlük çekebilirler. Matematiksel terimler ve semboller arasındaki ilişkiyi kurmada zorlanabilirler (Fuchs ve ark., 2004; Jordan ve ark., 2003; Montague ve Applegate, 1993).

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, problem çözme becerilerinde de çeşitli zorluklar yaşayabilirler. Matematiksel problemlerde kullanılan dil, semboller ve terimler öğrenciler için karmaşık olabilir. Problemin ifadesini anlamakta ve yorumlamakta zorlanabilirler. Problemi çözmek için verilen bilgileri analiz etme yetenekleri sınırlı olabilir. Verileri sıralama, önemli bilgileri ayıklama veya ilişkileri tanıma konusunda zorluklar yaşayabilirler. Problem çözerken hatalar yapma eğiliminde olabilirler. Bu hatalar, yanlış işlem yapılmış olabileceği gibi, verilerin yanlış yorumlanması veya hatalı bir sonuca ulaşma biçiminde olabilir. Problem çözmek için gereken işlemleri hızlı bir şekilde yapma konusunda sınırlılık yaşayabilirler. Bu nedenle, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde problem çözme süreci daha uzun sürebilir. Matematiksel kavramları gerçek dünya bağlamında uygulamakta zorlanabilirler. Problemi günlük yaşamla ilişkilendirmekte veya soyut kavramları somut bir şekilde anlamakta zorluk yaşayabilirler. Problem çözme sürecine yönelik düşük motivasyon ve matematik kaygısı, öğrencilerin problem çözme becerilerini olumsuz etkileyebilir. Bu, öğrencilerin sorunlardan kaçınmalarına veya problem çözme sürecine başlamadan vazgeçmelerine yol açabilir. Bu zorluklar, matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin problem çözme sürecini daha karmaşık ve zaman alıcı hale getirebilir (Bryant ve ark., 2008; Swanson, 2006).

Matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilere problem çözme becerilerini geliştirmek için bir dizi önlem alınabilir. İlk olarak, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına odaklanan bireyselleştirilmiş eğitim planları hazırlanmalıdır. Bu planlar, öğrencinin zorlandığı konuları ve öğrenme tarzını dikkate alarak oluşturulmalıdır. Öğrencilere çeşitli problem çözme stratejileri öğretilmelidir. Bu stratejiler, problemi anlama, analiz etme, adım adım çözme ve sonuçları değerlendirme konularında yardımcı olabilir. Ayrıca, öğrencilere matematiksel problemleri görselleştirmek için teknikler öğretilmelidir. Grafikler, çizimler veya şemalar kullanarak problemleri daha iyi anlamaları sağlanabilir. Öğrencilere bolca pratik yapma fırsatı sunmak, problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabilir. Öğrencilere problemleri çözerken geribildirim sağlamak önemlidir. Yapılan hataları anlamalarına ve geliştirmelerine yardımcı olabilir. Matematiksel

dil ve terimleri anlamalarını teşvik etmek ve matematiksel kavramları gerçek dünya bağlamında ilişkilendirmek de önemlidir. Matematik kaygısını azaltmak için pozitif geri bildirimler vermek ve matematikle olumlu bir ilişki kurmalarını teşvik etmek, öğrencilerin motivasyonunu artırabilir. Son olarak, özel eğitim uzmanlarından veya rehber öğretmenlerinden destek almak da problem çözme becerilerini geliştirmek için etkili bir yol olabilir. Tüm bu önlemler, matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin matematik problemlerini daha etkili bir şekilde ele almalarına ve başarılarını artırmalarına yardımcı olabilir.

2.4.3 Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Sanal Manipülatifler

Öğrencilerin matematik kavramlarını ve becerilerini öğrenmelerine yardımcı olmak amacıyla somut manipülatiflerin kullanımı uzun bir geçmişe dayanmaktadır. Ancak, teknolojiye hızlı ilerlemeler, yeni bir tür öğretim materyali olarak sanal manipülatiflerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Sanal manipülatifler, matematik öğrenme sürecini desteklemek amacıyla bilgisayar veya diğer dijital teknolojiler aracılığıyla oluşturulan interaktif materyallerdir. Bu sanal araçlar, öğrencilere matematiksel kavramları daha iyi anlama, görselleştirme ve uygulama fırsatları sunar. Öğrenciler, bu sanal manipülatifleri kullanarak matematiksel işlemleri gerçek dünyadaki nesneleri kullanıyormuş gibi deneyimleyebilirler. Sanal manipülatifler, matematik öğrenimini daha etkileşimli hale getirir ve öğrencilere somut matematik deneyimleri sunar. Ayrıca, öğrencilere farklı matematik kavramlarını keşfetme ve öğrenme fırsatı tanırken öğretmenlere de öğrenci ilerlemesini izleme ve öğrencilere geri bildirim sağlama imkanı sunar. Alan yazın incelendiğinde de birçok araştırma, farklı yaş gruplarındaki öğrencilere çeşitli konuları öğretmek için sanal manipülatifleri kullanmanın etkili olduğunu göstermiştir. (Reimer ve Moyer, 2005; Steen ve ark., 2006; Suh ve Moyer, 2007). Bu nedenle, sanal manipülatifler matematik eğitiminde önemli bir araç olarak kullanılabilirler.

Öğretmenlerin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere ders verirken sınıfta sanal manipülatifleri kullanmasının pek çok önemli faydası bulunmaktadır. Sanal manipülatifler, öğrencilerin ekran üzerindeki sanal görsel modelleri ve sayısal gösterimleri kullanarak matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Bilgisayar tabanlı resimler ve sembolik notasyonlar sayesinde, öğrenciler matematiksel ilişkilere ve bağlantılara daha odaklı bir şekilde çalışabilirler (Moyer-Packenham ve ark., 2008; Suh ve Moyer, 2008). Sanal

manipülatiflerin kullanımı, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere bireyselleştirilmiş bir uyum sağlama işlevini yerine getirir (Bryant ve ark., 2011). Öğrenciler, kendi öğrenme hızlarını belirleyebilir ve gerektiğinde uygulamaları tekrarlayarak öğrenme sürecini daha iyi kontrol edebilirler (Claes ve ark., 2012). Bu sayede öğrenciler, matematik öğrenimlerini daha iyi özümseyebilir ve kişiselleştirilmiş bir yaklaşım ile öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirebilirler. Ayrıca, sanal manipülatiflerin kullanımı, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif bir şekilde katılmalarını teşvik eder (Satsangi ve Bouck, 2015). Birçok sanal manipülatif web sitesi ücretsiz olarak sunulmakta ve herkesin kolayca erişebilmesine olanak tanımaktadır (Bouck ve Flanagan, 2010). Yoğun ders programlarına sahip olan öğretmenler, bu hazır çevrimiçi kaynaklara verimli bir şekilde erişebilirler. Sanal manipülatiflerin kullanımından sonra, öğretmenler materyalleri temizlemek ve saklamak zorunda kalmazlar, bu da öğretim planlamasına ve öğrenme güçlüğü olan öğrencilere daha fazla zaman ayırabilmelerine olanak sağlar.

Son araştırma bulguları, öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematik öğrenmeleri için sanal manipülatiflerin kullanımını tercih ettiğini göstermektedir (Bouck ve ark., 2017; Satsangi ve ark., 2016). Sanal manipülatifler hiçbir depolama alanı ve kurulum gerektirmez, bu da eğitimcilerin bunlara kolayca erişmelerini ve sınıflarındaki farklı öğrenenler için farklılaştırılmış öğretim planlamalarını sağlar (Bouck ve ark., 2018; Sayeski, 2008). Buna ek olarak, eğitimciler belirli somut manipülatifleri öğrencilere uyarlamak konusunda zorluklar yaşayabilirler, ancak sanal manipülatifler daha esnek bir şekilde kullanılabilir (Moyer-Packenham ve ark., 2012; Satsangi ve ark., 2016). Ayrıca, yardımcı teknoloji olarak sanal manipülatifler, çevrimiçi ve harmanlaşmış öğrenme ortamlarında okul çağındaki öğrencilerin matematik öğrenimini destekleyebilir (Serianni, 2014).

2.4.4 Matematik Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilere Matematik Öğretiminde Kullanılan Öğretim Yöntemleri

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematik öğretiminde kullanılan öğretim yöntemleri, bu öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek ve öğrenmelerini desteklemek için büyük öneme sahiptir. İzleyen başlıklarda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematik öğretiminde kullanılan öğretim yöntemlerine yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.4.4.1 Teknoloji Destekli Öğretim Yöntemi

Teknoloji destekli öğretim, modern eğitim sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Bu yaklaşım, geleneksel öğretim yöntemlerini dijital teknolojilerle birleştirerek öğrencilere daha etkili, ilgi çekici ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmayı amaçlar. Bilgisayarlar, internet, e-öğrenme platformları, interaktif uygulamalar, dijital materyaller ve daha birçok teknolojik araç, öğrencilerin öğrenme sürecini zenginleştirmek için kullanılır. Bu yöntem, öğrenci merkezli öğrenmeyi teşvik eder, öğrencilere anlık geri bildirim sağlar ve öğretmenlere öğretim materyallerini daha kolay yönetme olanağı sunar. Ancak, teknoloji destekli öğretimin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öğrenci erişimi, öğretmen eğitimi ve güvenlik gibi önemli konuların dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle, eğitimde teknoloji kullanımının etkin bir şekilde planlanması ve dengelenmesi büyük bir önem taşır.

Matematikte teknoloji destekli öğretim, öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek ve anlamalarını derinleştirmek için güçlü bir araçtır. Bu yöntem, matematik problemlerini daha anlaşılır ve ilginç hale getirmek için dijital araçların kullanılmasını içerir. Öğrencilere matematiksel kavramları görsel ve işitsel olarak deneyimleme fırsatı sunar, bu da soyut matematiksel kavramların somut hale gelmesine yardımcı olur. Matematik yazılımları, interaktif matematik oyunları, çevrimiçi matematik kaynakları ve matematiksel modelleme araçları, öğrencilere matematik problemlerini çözme becerilerini geliştirme ve matematiğe olan ilgilerini canlandırma konularında yardımcı olur. Ayrıca, öğretmenlere öğrencilerin ilerlemesini izleme ve özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri oluşturma konularında önemli bir destek sunar. Matematikte teknoloji destekli öğretim, matematik öğrenimini daha etkili ve keyifli hale getirerek öğrencilerin matematikteki başarılarını artırmada önemli bir rol oynar (International Society for Technology in Education, 2017; NCTM, 2008).

Özel gereksimli öğrenciler için matematikte teknoloji destekli öğretim, eğitimdeki eşitsizliği azaltmaya ve bu öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaya yönelik önemli bir araçtır. Teknoloji destekli öğretim, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve özel gereksinimlerine daha iyi uyum sağlama potansiyeli sunar. Örneğin, görsel veya işitsel öğrenme zorlukları olan öğrenciler için interaktif matematik uygulamaları ve görsel matematiksel temsiller, kavramları daha iyi anlama ve içselleştirme konularında büyük fayda

sağlayabilir. Ayrıca, öğrencilere matematiksel problemleri daha kolay çözmeleri için özel olarak tasarlanmış yazılımlar ve araçlar sunulabilir. Bu yöntem, özel gereksimli öğrencilerin matematikteki başarılarını artırmanın yanı sıra matematikle olan ilişkilerini olumlu bir şekilde etkileyebilir. Teknoloji destekli öğretim, bu öğrencilerin matematikle daha fazla özgüvenle ve keyif alarak çalışmalarına olanak sağlar.

2.4.4.2 Doğrudan Öğretim Yöntemi

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik etkili öğretim yöntemlerini belirlemek, onların matematik başarılarını artırmada önemli bir adımdır. Özel eğitim gerektiren bu öğrencilere matematikteki konuların öğretiminde kullanılacak yöntemlerden birisi de doğrudan öğretim yöntemidir (Tuncer ve Altunay, 2010). Doğrudan öğretim yöntemi, öğretimi yapılacak içeriğin küçük parçalara bölünerek analiz edilmesini, ipuçlarının düzenlenmesini ve sistematik bir şekilde geri çekilmesini, öğretmenlerin düzeltici dönütler vermesini gerektiren ve öğrencinin bağımsız hale gelmesini sağlayan bir yöntemdir (Rosenshine, 1982). Doğrudan öğretim, öğretmenlerin öğrencilere temel becerileri öğretme konusunda odaklandığı ve tüm öğrencilerin konuyu en etkili ve hızlı şekilde anlamalarını amaçlayan bir öğretim yöntemidir (Watkins ve Slocum, 2004).

Doğrudan öğretim yöntemi; kazandırılacak becerinin nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili model olunarak ipucunun verilmesi aşaması (model olma), öğretimin gerçekleşmesi için ipuçlarının giderek silikleştirilmesi ve dönütler verilmesi (rehberli uygulamalar) ile öğrenmenin kalıcılığının sağlanması için etkinliklerin yapılması (bağımsız uygulamalar) aşamalarından oluşmaktadır (Dağseven-Emecen, 2011; Rosenshine, 2008). Model olma aşamasında öğretmen, öğrencilere öğrenilecek konuyu model olarak gösterir. Öğretmen, konuyu ayrıntılı bir şekilde açıklar, örnekler sunar ve temel kavramları vurgular. Rehberli uygulamalar aşaması, öğrencilere öğrenmeleri gereken becerileri uygulamaları için rehberlik edilen bir aşamadır. Öğretmen, öğrencilere düzeltilmiş geri bildirimlerle yol gösterir ve öğrencilerin hatalarını düzeltmelerine yardımcı olur. Bağımsız uygulamalar aşamasında öğrencilere öğrendikleri konuyu bağımsız olarak uygulama fırsatı verilir. Öğrenciler, öğrendikleri bilgi ve becerileri kullanarak sorunları çözerler ve konuyu daha fazla pekiştirirler. Bu aşama, öğrenilenlerin kalıcı hale gelmesine yardımcı olur.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematik öğretiminde doğrudan öğretim yönteminin kullanılması, bu öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek ve başarılı olmalarını sağlamak için etkili bir öğretim yöntemidir. Matematikte düşük başarı gösteren veya yetersizliği olan öğrenciler için doğrudan öğretim yönteminin kullanılması, matematik öğretimiyle ilgili yapılan bir meta-analizde de güçlü bir şekilde desteklenmektedir. Gersten ve arkadaşları (2008), doğrudan öğretim yöntemiyle ilgili 11 farklı çalışmayı gözden geçirmiş ve bu yöntemin matematik öğretiminde oldukça etkili olduğunu gösteren 1,22 ortalama etki büyüklüğü değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar temel alındığında, Gersten ve arkadaşları (2008), doğrudan öğretim yönteminin öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilere matematik öğretiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

2.4.4.3 Manipülatif Tabanlı Öğretim Dizileri

Manipülatif tabanlı öğretim dizileri, matematik öğrenme sürecini yönlendirerek öğrencilerin kavramları ve becerileri daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olur. İzleyen başlıklarda manipülatif tabanlı öğretim dizilerinden somut-yarı somut-soyut (CRA) öğretim dizisi ve sanal-yarı somut-soyut (VRA) öğretim dizisine yönelik detaylı bilgi sunulmuştur.

2.4.4.3.1 Somut-Yarı Somut-Soyut (CRA) Öğretim Dizisi

Somit-yarı somut-soyut [Concrete-Representational-Abstract (CRA)] öğretim dizisi (Bouck ve ark., 2017), öğrencilere kavramsal ve işlemsel anlayış kazandırmayı hedefleyen kanıta dayalı bir öğretim dizisidir. Matematik öğretiminde sıralama, özellikle özel gereksinimli öğrenciler için kritik bir kavram olarak vurgulanmaktadır (National Mathematics Advisory Panel, 2008). Öğrenme sürecinde içeriği somuttan soyuta öğretmek, öğrencilere görsel, işitsel ve dokunsal öğrenme türlerini destekleyerek kavramları daha etkili bir şekilde anlamalarına yardımcı olabilir. Bu yaklaşım, öğrencilerin somut deneyimlerle başlayarak soyut kavramları daha derinlemesine öğrenmelerine fırsat sunar ve bu durum da öğrenmenin kalıcılığını artırabilir.

CRA öğretim dizisi, matematik öğretimini somut, yarı somut ve soyut aşamaları takip ederek yapılandırır. Bu öğretim dizisi matematik öğretimini somut bir aşamayla başlatır. Bu aşamada öğrenciler, somut manipülatifleri kullanarak matematik problemlerini çözmek için nesneleri manipüle ederler. Somut manipülatiflerin bu aşamada kullanılması, öğrencilerin aktif katılımcılar olarak bilgiyi inşa etmelerini teşvik eder (Stein ve Bovalino, 2001). Öğrenciler, kavramları

somut manipülatifler aracılığıyla keşfettiklerinde öğrenmeye yönelik daha fazla ilgi ve motivasyon gösterirler. Ayrıca, matematiksel ifadelere katılma, düşüncelerini paylaşma ve öğrendiklerini ifade etme fırsatına sahip olurlar. Bu durum da öğrencilerin başarılarını artırır ve öğrenilen kavramların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlar (NCTM, 2008). Somut manipülatiflerin aynı zamanda farklı sınıf seviyeleri ve beceri düzeyleri arasında da etkili olduğu gösterilmiştir (Gersten ve ark., 2005). Örneğin, birçok araştırmacı, basamak değeri ve yeniden gruplama kavramlarını öğretmek için onluk taban bloklarını somut manipülatif olarak kullanmıştır (Flores, 2010; Mancı ve ark., 2012; Miller ve Kaffar, 2011). Bu onluk taban blokları, matematiksel problemleri en gerçekçi şekilde örneklemek için tercih edilir ve birçok matematiksel görevde etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, somut aşamada öğrencilerin kavramsal anlayışlarını desteklemek için sayaçlar, cebir karoları ve geoboardlar gibi manipülatiflerin kullanılmasını öneren çalışmalar da bulunmaktadır (Strickland ve Maccini, 2010). Bu materyaller, öğrencilerin matematiksel kavramları somut bir şekilde deneyimlemelerine yardımcı olur ve öğrenme sürecini daha etkili hale getirir.

Somut aşamada öğrenciler matematik problemlerini ustalık düzeyinde çözdüklerinde, öğretim bir sonraki aşamaya geçer. Yarı somut aşama, problemleri çözmek için çizim yapılmasını ve somut materyaller mevcut olmadığında kavramsal anlayışı göstermek için görsel temsillerin kullanılmasını içerir. Bu aşamada, manipülatiflerin kullanımı ile soyut matematiksel notasyonların desteksiz kullanımı arasındaki boşluğu doldurmak için görsel temsiller kullanılır. Bu temsiller, örneğin 10 taban bloklarının görsel temsilleri (Mancı ve ark., 2012; Miller ve Kaffar, 2011) veya sanal manipülatiflerin (Bouck ve Flanagan, 2010; Suh ve Moyer, 2008) resimleri şeklinde olabilir. Flores (2010) çalışmasında temsili aşamada çetele işaretleri kullanırken, Bryant ve arkadaşları (2008) ise yüzлük çizelgeler ve sayı çizgileri gibi temsili görselleri kullanmıştır. Başka bir görsel temsil türü de grafik düzenleyicilerdir. Grafik düzenleyiciler, öğrencinin matematik problemlerini düzenlemesine ve daha sonra çözmesine yardımcı olurken olguları ve kavramları görsel olarak sunarlar (Strickland ve Maccini, 2013).

Öğrenciler yarı somut aşamayı ustalıkla tamamladıklarında, soyut aşama tanıtılır. Bu aşamada öğrenciler, somut veya temsili materyaller olmadan sayıları ve sembolleri anlama ve kullanma yeteneklerini göstermelidirler. CRA öğretim dizisinin somut ve temsili bileşenleri, kavramsal bilgiye odaklanırken soyut aşama

da işlemsel bilginin akıcılığına katkıda bulunur. Genellikle öğrenciler, temsili ve soyut aşamalar arasındaki geçişi desteklemek için, matematiksel süreçteki adımları hatırlamalarına yardımcı olacak bilişsel stratejileri (hatırlatıcılar veya ipuçları) uygulamaya teşvik edilirler (Mancl ve ark., 2012). Miller ve arkadaşlarının (2011) çalışması, matematik problemlerinin hem somut hem de temsili formatlarda sunulmasının ve öğrencilerin matematiksel gösterimlere maruz kalmasının soyut aşamaya geçişi kolaylaştırdığını öne sürmüştür.

Öğrencilere somut deneyimlerle başlayarak kavramları aşamalı olarak öğretmek, matematik öğrenme sürecini daha erişilebilir ve anlaşılır hale getirir. Bu nedenle, özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde CRA öğretim dizisi sıkça tercih edilen bir yaklaşımdır. Araştırmalar da bu öğretim dizisinin özel gereksinimli olan öğrencilere çeşitli matematiksel becerilerin öğretilmesinde etkili olduğunu göstermektedir (Bouck ve ark., 2017; Flores ve ark., 2014; Stroizer ve ark., 2015; Yakubova ve ark., 2016).

2.4.4.3.2 Sanal-Yarı Somut-Soyut (VRA) Öğretim Dizisi

Matematik öğrenimi için teknoloji tabanlı bir araç olan sanal manipülatifler, matematiksel bilginin yapılandırılması için fırsatlar sunan, manipüle edilmesine olanak tanıyan tüm programlanabilir özellikleri içeren dinamik bir matematiksel nesnenin etkileşimli, teknoloji destekli görsel temsili olarak tanımlanmaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Sanal manipülatifler, bilgisayar teknolojisinin ilerlemesiyle gelişmiş olup somut manipülatiflerle benzer işlevi yerine getirirler. Sanal manipülatiflerin temel amacı, matematiksel kavramları temsil etmek ve öğrencilere bir ekran üzerindeki dinamik nesneleri manipüle etme fırsatları sunmaktır. Öğrenciler, sanal manipülatifler aracılığıyla matematik kavram ve becerilerini görselleştirebilir ve çözüm için ekrandaki görsel ipuçlarını ve yönlendirmeleri kullanabilirler (Moyer-Packenham ve Suh, 2012).

Sanal manipülatifler, eğitimde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Bu araçların sunduğu faydalar oldukça çeşitlidir. Öncelikle, bu araçlar soyut kavramları daha somut ve görsel bir şekilde ifade etme olanağı sunar. Ayrıca, sanal manipülatifler öğrencilere etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunar ve deneme yanılma yoluyla konuları daha iyi anlama fırsatı verir (Bouck ve Flanagan, 2009; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Sanal manipülatiflerin boyutları, renkleri ve özellikleri kolayca özelleştirilebilir. Bu özellik, öğrencilerin öğrenme deneyimini kendi ihtiyaçlarına göre uyarlamalarına olanak tanır. Sanal manipülatifler,

kapsayıcı okul ortamlarında her öğrencinin öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilir. Bu, öğrencilerin farklı öğrenme gereksinimleri göz önüne alındığında daha adil bir öğrenme deneyimi sağlayabilir. Son olarak, sanal manipülatiflerin farklı teknolojik ortamlarda esnek bir şekilde kullanılabilmesi, öğretmenlerin ve öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun olarak bu araçları kullanma özgürlüğünü artırır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016)

Sanal manipülatiflerin matematik eğitiminde giderek daha fazla kullanılması, eğitim araştırmacılarını yeni ve daha etkili öğretim dizileri geliştirmeye teşvik etmiştir. Bu yeni öğretim dizisi, ilk kez uluslararası alan yazında 2017 yılında Bouck ve arkadaşları tarafından "Sanal-Yarı Somut-Soyut Öğretim Dizisi (Virtual-Representational-Abstract [VRA])" olarak kullanılmıştır. VRA öğretim dizisi, matematik öğretiminde kullanılan ve üç aşamadan oluşan bir öğretim yaklaşımıdır. Bu üç aşama, birbirini izleyen bir sıra içinde yer almaktadır ve öğrencilerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarına yardımcı olur. Sanal aşama, dijital olarak oluşturulmuş somut nesnelerin kullanıldığı bir aşamadır. Bu nesneler, bilgisayarlar veya diğer teknolojik araçlar aracılığıyla öğrencilerin dokunabileceği ve hareket ettirebileceği şekilde sunulur. Öğrenciler, bu sanal nesnelerle etkileşim kurarak matematik kavramlarını daha somut bir şekilde deneyimlerler. Yarı somut aşama, nesnelerin temsili için çizgiler, noktalar, diyagramlar ve resimli kartlar gibi materyallerin kullanıldığı bir aşamadır. Bu aşamada, öğrenciler soyut kavramları daha somut bir şekilde görsel olarak temsil ederler. Yarı somut aşama, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve kavramları daha derinlemesine anlamalarına katkı sağlar. Soyut aşama, yalnızca matematiksel sembollerin kullanıldığı bir aşamayı ifade eder. Bu aşamada, öğrenciler matematiksel kavramları soyut bir şekilde ele alır ve bu kavramları semboller aracılığıyla ifade ederler (Bouck ve ark., 2017; Park ve ark., 2021).

VRA öğretim dizisi, uygun donanım ve koşullar sağlandığında tüm sınıfa aynı anda öğretim yapabilme imkanı sunar, ancak küçük gruplar veya bireysel öğretimde daha fazla etkili olabilir (Bouck ve Sprick, 2019). Matematik öğretiminde VRA öğretim dizisini kullanacak olan uzmanlar ve öğretmenler, her öğrencinin performansına göre esnek bir yaklaşım benimsemelidirler. Çünkü öğrenciler, VRA öğretim dizisinin aşamalarında farklı hızlarda ilerleyebilirler. Bu nedenle, uygulayıcılar her öğrencinin aşamalar arası geçişini takip etmeli ve uygun

zamanda gerçekleştirmelidirler. Bireysel öğretimde de, öğrencinin bulunduğu aşamayı göz önünde bulundurmak önemlidir. Aşamalar arası geçişler, uygulayıcının belirlediği başarı kriterini öğrencinin performansına göre uygulaması gereken bir süreçtir. Bu kriter genellikle VRA öğretim dizisi ile yapılan araştırmalarda %80 olarak belirlenmiş ve uygulanmıştır (Bouck ve ark., 2017; Cass ve ark., 2003). Sonuç olarak, VRA öğretim dizisi, matematik öğretimini bireyselleştirmeye yardımcı olan esnek bir yaklaşım sunar ve öğrencilerin öğrenme hızlarına ve aşamalarına uygun bir şekilde yönlendirilmesini gerektirir.

Alan yazındaki araştırmalar (Bassette ve Bouck, 2023; Bouck ve ark., 2023; Long ve ark., 2023) incelendiğinde, VRA öğretim dizisinin çeşitli faydaları açıkça görülmektedir. Bu öğretim dizisi, öğrencilere soyut matematik kavramlarını somut deneyimlerle ilişkilendirme fırsatı verir. Sanal, yarı somut ve soyut aşamalar arasındaki geçişler, öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur. VRA öğretim dizisi, matematik öğrenme deneyimlerini öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına ve gereksinimlerine uygun bir şekilde bireyselleştirme imkanı sunar. Bu yaklaşım sayesinde her öğrenci, kendi seviyesine ve aşamasına göre ilerleyebilir, böylece öğrenme süreci herkes için daha etkili hale gelir. VRA öğretim dizisi, öğrencilerin matematik öğrenmesini daha ilgi çekici ve etkileşimli hale getirir. Sanal manipülatifler, öğrencilere görsel ve dokunsal deneyimler sunarak öğrenmeyi daha eğlenceli hale getirir. Öğretmenler için de VRA öğretim dizisi, öğrenci ilerlemesini takip etmeleri ve gerektiğinde özelleştirilmiş destek sağlamaları için rehberlik eder. Bu, öğretmenlerin öğrencilere daha etkili bir şekilde öğretim sağlamalarına yardımcı olur (Long ve ark., 2023). Sonuç olarak, VRA öğretim dizisi matematik öğrenme sürecini zenginleştirir ve öğrencilere daha iyi anlama fırsatı sunar. Bu öğretim dizisi, matematik öğretiminde önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir ve alan yazında yer alan araştırmalarla da desteklenmektedir (Bassette ve Bouck, 2023; Bouck ve ark., 2023; Long ve ark., 2023; Root ve ark., 2021).

2.5 İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu bölümünde ilgili alan yazın incelemesi sonucunda VRA öğretim dizisi ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. VRA öğretim dizisi ile ilgili çalışmalar Tablo 2.15'te listelenmiş ve ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tablo 2.15 VRA öğretim dizisinin kullanıldığı araştırmalar

Kaynak	Katılımcılar	Hedef Beceri	Araştırma Deseni	Bulgular
Bouck ve ark., 2017	Yaşları 13-14 arasında değişen öğrenme güçlüğü, işitme yetersizliği ve zihinsel yetersizliği olan üç öğrenci	Eşdeğer kesirlerin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin özel gereksinimli öğrencilere eşdeğer kesirlerin öğretiminde etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir.
Bouck ve ark., 2018	Yaşları 12-13 arasında değişen zihinsel yetersizliği olan iki öğrenci	Basamak değeri, toplama, çıkarma ve çarpma işlemlerinin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/davranışlar arası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir.
Bouck ve Sprick, 2019	-	-	Nitel Araştırma Yöntemi/Derleme	Araştırmada, VRA öğretim dizisinin matematik becerilerinin öğretiminde etkili olduğu vurgulanmıştır.
Bouck ve ark., 2021	Olağan gelişim gösteren iki öğrenci ve dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan bir öğrenci	Çıkarma işleminin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/davranışlar arası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere çıkarma işlemini öğretmede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermiştir.

Tablo 2.15 VRA öğretim dizisinin kullanıldığı araştırmalar (devamı)

Kaynak	Katılımcılar	Hedef Beceri	Araştırma Deseni	Bulgular
Bouck ve ark., 2022	Yaşları 10 olan iki ve yaşı belirtilmeyen bir olmak üzere yaygın gelişimsel bozukluk, otizm spektrum bozukluğu ve olağan gelişim gösteren üç öğrenci	Bölme işlemi öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırma sonuçlarına göre, her üç öğrenci de bölme işlemi sanal, yarı somut ve soyut oturumlarda en az %75 doğruluk ve %85 bağımsızlık oranlarıyla başarıyla çözmeyi öğrenmiştir. Ayrıca, bu öğrenciler müdahalenin tamamlanmasının ardından iki hafta boyunca doğruluk düzeylerini sürdürebilmişlerdir.
Bouck ve ark., 2023	Yaşları 9 ile 10 arasında değişen otizm spektrum bozukluğu, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, öğrenme güçlüğü ve olağan gelişim gösteren üç öğrenci	Çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, özel gereksinimli olan öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir; ancak genelleme ve akıcılık verileri daha az olumlu bir sonucu göstermektedir.
Gündüz, 2023	Yaşları 7 ile 9 yaş arasında değişen otizm spektrum bozukluğu olan üç öğrenci	Atlayarak sayma becerisinin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere atlayarak sayma becerilerinin kazandırılmasında VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir.
Long ve ark., 2023	Yaşları 8 ile 14 arasında değişen ve OSB tanısı almış dört öğrenci	Çıkarma işlemi öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, OSB'li öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.15 VRA öğretim dizisinin kullanıldığı araştırmalar (devamı)

Kaynak	Katılımcılar	Hedef Beceri	Araştırma Deseni	Bulgular
Park ve ark., 2020	Yaşları 11 ila 14 arasında değişen, zihinsel yetersizliği ve otizm spektrum bozukluğu olan dört öğrenci	Çıkarma işlemi öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırma sonuçları, birden fazla öğretim yöntemini veya bu yöntemlerin kombinasyonunu kullanan müdahale paketlerinin beceri edinimi ve sürdürülmesinde etkili olduğunu göstermektedir.
Park ve ark., 2021	Yaşları 11-13 arasında değişen otizm spektrum bozukluğu ve öğrenme güçlüğü üç öğrenci	Çarpma işlemi öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırma sonuçları, birden fazla öğretim yöntemini veya bu yöntemlerin kombinasyonunu kullanan müdahale paketlerinin beceri edinimi ve sürdürülmesinde etkili olduğunu göstermektedir.
Root ve ark., 2021	Yaşları 13-15 arasında değişen zihinsel yetersizliği ve otizm spektrum bozukluğu olan üç öğrenci	Çarpma işlemi içeren sözel problem çözme becerisinin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırma sonuçları VRA öğretim dizisi uygulandıktan sonra üç katılımcının sanal aşamada, yarı somut ve soyut aşamaya göre daha yüksek bir ortalama puan elde ettiğini göstermektedir.
Terzioğlu, 2020	Yaşları 7-12 arasında değişen zihinsel yetersizliği olan yedi öğrenci	Toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin öğretimi	Tek denekli araştırma yöntemi/deneklerarası çoklu yoklama modeli	Araştırmanın sonuçları, zihinsel yetersizliği olan öğrencilere dört işlem becerilerinin kazandırılmasında VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin bu becerileri farklı ortamlara ve kişilere genelleyebildikleri gözlenmiştir.

Bouck ve arkadaşları (2017) özel gereksinimli öğrencilere eşdeğer kesirlerin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştırmışlardır. Bu çalışma aynı zamanda VRA öğretim dizisinin kesirlerin öğretimi sonrasında kalıcı bir etki bırakıp bırakmadığını ve öğrencilerin bu öğretim dizisi hakkındaki düşüncelerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcıları, yaşları 13 ile 14 arasında değişen biri öğrenme güçlüğü, biri işitme yetersizliği ve diğeri ise zihinsel yetersizliği olan üç ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmacılar, tüm oturumları öğrencilerin bir devlet ortaokulundaki özel eğitim sınıfının hemen dışındaki koridorda gerçekleştirmişlerdir ve tüm katılımcılar çalışma boyunca bir araştırmacı ile bire bir çalışmıştır. VRA öğretim dizisinin sanal aşaması için öğrenciler Brainingcamp (2017) tarafından geliştirilen Fraction Tiles adlı kesir uygulamasını, yarı somut aşamada sanal nesneyi çizebileceği bir kâğıdı ve soyut aşamada çalışma kâğıtlarını kullanmışlardır. Bu araştırmada, tek denekli araştırma yöntemlerinden deneklerarası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkeni VRA öğretim dizisi, bağımlı değişkeni ise öğrencilerin eşdeğer kesir becerilerini kazanma düzeyleridir. Araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin özel gereksinimli öğrencilere eşdeğer kesirlerin öğretiminde etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu çalışma özel gereksinimli ortaokul öğrencilerinin VRA öğretim dizisini olumlu bir şekilde değerlendirdiği bulgusuna da ulaşmıştır. VRA öğretim dizisinin, özel gereksinimli ortaokul öğrencileri için somut manipülatiflere kıyasla sosyal olarak daha kabul edilebilir olabileceği sonucuna da varılmıştır.

Bouck ve arkadaşları (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, zihinsel yetersizliği olan öğrencilere basamak değeri, toplama, çıkarma ve çarpma işlemi becerilerini öğretmede VRA öğretim dizisinin etkililiği incelenmiştir. Bu çalışma aynı zamanda VRA öğretim dizisinin bu becerilerin öğretimi sonrasında kalıcı bir etki bırakıp bırakmadığını ve öğrencilerin öğretim dizisi hakkındaki düşüncelerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcıları, zihinsel yetersizliği olan ve yaşları 12 ile 13 arasında değişen iki ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır ve bu öğrenciler özel eğitim sınıflarına devam etmektedir. Araştırmanın tüm aşamaları, bir devlet ortaokulunda özel eğitim sınıflarının dışındaki koridorda, belirlenen matematik dersi sırasında gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden davranışlar arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Bu çalışmanın bağımsız değişkeni VRA öğretim dizisi, bağımlı değişkenleri ise

öğrencilerin basamak değeri, toplama, çıkarma ve çarpma becerileri ile ilgili doğru tamamlanan problemlerin yüzdesi ve görev tamamlama süresidir. Öğrenciler, basamak değeri, toplama, çıkarma ve çarpma işlemleri için Brainiac tarafından geliştirilen 10 taban blokları ve renkli karoları içeren bir iPad uygulamasını kullanmışlardır. Araştırmanın sonuçları, zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermektedir, ancak kalıcılık verileri daha az olumlu bir sonucu göstermektedir. Araştırmada aynı zamanda öğrencilerin kullanılan öğretim dizisini olumlu bir şekilde değerlendirdikleri bulgusuna ulaşılmıştır.

Bouck ve Sprick (2019) tarafından gerçekleştirilen bu araştırma, VRA öğretim dizisini derinlemesine açıklamayı hedeflemektedir. Bu araştırmada, VRA öğretim dizisinin uyarlandığı CRA öğretim dizisi ile olan farkları ayrıntılı bir şekilde incelenmiş, aynı zamanda web tabanlı ve uygulama tabanlı sanal manipülatif sitelerinin özellikleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca, bu öğretim dizisinin doğrudan öğretim yöntemindeki model olma, rehberli uygulama ve bağımsız uygulama basamaklarına göre nasıl sunulacağı ve öğretim süreçlerinin nasıl şekilleneceği konuları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Bouck ve arkadaşları (2021) matematik öğrenme güçlüğü olan üç ilköğretim öğrencisine, çıkarma işlemi öğretiminde doğrudan öğretim yöntemi kullanılarak sunulan sanal-yarı somut-soyut (VRA) öğretim dizisinin çevrimiçi sunumunun etkililiğini incelemişlerdir. Araştırmanın katılımcılarını, olağan gelişim gösteren iki öğrenci ve dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan bir öğrenci olmak üzere üç ilköğretim öğrencisi oluşturmaktadır. Tüm yönergeler Zoom platformu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hem öğrenciler hem de araştırmacılar, evlerinden Zoom oturumlarına katılmışlardır. Araştırmacılar, bilgisayarlar veya benzer cihazlar (örneğin, iPad'ler veya Chromebook'lar), Zoom platformu, The Math Learning Center'dan gelen sanal manipülatifleri içeren bir web uygulaması, çalışma kağıtları ve beceri analizi sunan bir veri toplama aracını kullanmışlardır. Araştırmacılar, bağımsız değişken olarak çevrimiçi öğretim yoluyla sunulan doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisini incelemişlerdir. Bu çalışma bağlamında, öğrencilere dolaylı sözel yönlendirme, doğrudan sözel yönlendirme ve modelleme olmak üzere üç farklı düzeyde yönlendirme uygulanmıştır. Öğrencinin 10 saniye içinde başlamadığı veya yanlış tamamladığı her beceri analizi adımı için rehberlik sağlanmıştır. Araştırmacılar, her öğrencinin

matematik problemlerini çözüme doğruluğunu ve öğrencinin bağımsız olarak tamamladığı her problemin beceri analizi adımlarının yüzdesini ölçen iki bağımlı değişkeni incelemiştir. Doğruluk, doğru veya yanlış olarak değerlendirilirken, bağımsızlık ise olası beceri analizi adımlarının sayısına dayalı bir yüzde ile ifade edilmiştir. Araştırmanın sonuçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere çıkarma işlemini öğretmede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermiştir.

Bouck ve arkadaşları (2022), matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere, bölme problemlerini çözüme becerilerinin öğretiminde doğrudan öğretim yöntemi kullanılarak sunulan VRA öğretim dizisinin çevrimiçi sunumunun etkililiğini incelemiştir. Çalışmaya, yaşları 10 olan iki öğrenci ve yaşı belirtilmeyen bir öğrenci olmak üzere üç öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerden biri Yaygın Gelişimsel Bozukluk tanısı almış, biri otizm spektrum bozukluğu tanısı almış ve bir diğeri olağan gelişim göstermektedir. Araştırmacılar, öğrencilerle bire bir görüşmeleri çevrimiçi olarak Zoom platformu üzerinden gerçekleştirmiştir. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden davranışlar arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmacılar, Brainiaccamp'in (2020) renkli karolar web uygulamasını kullanarak, doğrudan öğretim yöntemiyle sunulan VRA öğretim dizisi ile en az ipucu sistemi içeren bir müdahale paketini bağımsız değişken olarak incelemiştir. Araştırmanın bağımlı değişkenleri ise doğruluk ve bağımsızlık yüzdeleri olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, her üç öğrenci de bölme işlemini sanal, yarı somut ve soyut oturumlarda en az %75 doğruluk ve %85 bağımsızlık oranlarıyla başarıyla çözmeyi öğrenmiştir. Ayrıca, bu öğrenciler müdahalenin tamamlanmasının ardından iki hafta boyunca doğruluk düzeylerini sürdürebilmişlerdir.

Bouck ve arkadaşları (2023), matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere, çıkarma, çarpma ve bölme problemlerini çözüme becerilerini öğretmek amacıyla doğrudan öğretim yöntemi kullanılarak sunulan VRA öğretim dizisinin çevrimiçi sunumunun etkililiğini ve öğrenme sürecinin dört aşaması (edinim, akıcılık, kalıcılık ve genelleme) üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcıları, yaşları 9 ile 10 arasında değişen üç ilkökul öğrencisinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerden birincisi otizm spektrum bozukluğu, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) ve matematik öğrenme güçlüğü olan bir öğrencidir. İkincisi DEHB ile okuma güçlüğü olan bir öğrencidir. Üçüncü ise

olağan gelişim gösteren bir öğrencidir. Çalışma için araştırmacılar, Zoom, Google Jamboard, Brainiaccamp'ten sanal manipülatif uygulamalar ve Math Learning Center'dan sanal bir beyaz tahta gibi çeşitli dijital araçlar ve uygulamaları kullanmışlardır. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Bu çalışmadaki bağımlı değişken, araştırmacıların doğru cevaplanan problemlerin yüzdesini raporladığı doğruluk oranıdır. Doğruluk verileri her başlama düzeyi, uygulama, izleme ve genelleme oturumu için ayrı şekilde kaydedilmiştir, ancak akıcılık oturumları için bu veriler toplanmamıştır. Ayrıca, her iki oturumda bir toplanan akıcılık verileri dakika başına doğru basamak akıcılık oranı olarak hesaplanmıştır. Bağımsız değişken ise doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisidir. Araştırmanın sonuçları, özel gereksinimli olan öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir; ancak genelleme ve akıcılık verileri daha az olumlu bir sonucu göstermektedir.

Gündüz (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın temel amacı, otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere sayma becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştırmaktır. Araştırmada VRA öğretim dizisinin yanı sıra öğretimlerin farklı ortamlara ve farklı kişilere genellenebilirliği ile öğretimin 1, 2 ve 3 hafta sonraki izlenebilirliği incelenmiştir. Ayrıca araştırmaya yönelik öğretmenlerin görüşlerini ve tutumlarını belirlemek amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden yoklama evreli denekler arası çoklu yoklama modeli uygulanmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkeni, katılan öğrencilerin atlayarak sayma beceri düzeyleri, bağımsız değişkeni ise VRA öğretim dizisi ile gerçekleştirilen öğretimlerdir. Araştırmanın katılımcılarını yaşları 7 ile 9 yaş arasında değişen otizm spektrum bozukluğu olan üç öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma sonuçları otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere atlayarak sayma becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin öğretim sonrasında kazandıkları atlayarak sayma becerisini, öğretimden 1, 2 ve 3 hafta sonra da sergileyebildikleri ve bu beceriyi farklı ortamlara ve kişilere genellerebildikleri gözlemlenmiş, ayrıca öğretmenlerin VRA öğretim dizisi hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğu görülmüştür.

Long ve arkadaşlarının (2023) çalışmasının amacı, otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan öğrencilere çıkarma işlemi öğretimini çevrimiçi bir öğrenme ortamında sunulan VRA öğretim dizisi ve en az ipucu içeren bir müdahale paketi ile incelemektir. Çalışmaya katılan dört öğrenci, yaşları 8 ile 14 arasında değişen ve OSB tanısı almış bireylerdir. Bütün öğrenciler, çalışmaya kendi evlerinden Zoom üzerinden katılmışlar ve bir araştırmacı ile bire bir çalışmışlardır. Bu çalışmanın materyalleri, internet ve Zoom erişimi olan bir cihaz, Brainiaccamp (2021) onluk taban blokları sanal manipülatifleri, Math Learning Center Whiteboard, yoklama sayfaları, öğrenme sayfaları ve beceri analizi veri toplama sayfalarından oluşmaktadır. Bağımsız değişken, doğrudan öğretim yoluyla sunulan VRA öğretim dizisi ve en az ipucu içeren müdahale paketidir. Bağımlı değişkenler ise çıkarma işlemi doğru bir şekilde çözme doğruluğu ve bağımsızlık düzeyidir. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, doğrudan öğretim ve en az ipucu sistemi kullanılarak öğretilen VRA öğretim dizisinden oluşan müdahale paketi ile OSB'li öğrencilerin çıkarma işlemi doğru bir şekilde çözme doğruluğu arasında işlevsel bir ilişki olduğunu göstermiştir. Araştırmaya katılan dört öğrenci, VRA öğretim dizisi ve en az ipucu içeren müdahale paketinin bir sonucu olarak çıkarma işlemi öğrenmiş ve bu beceriyi sürdürmüşlerdir. İki öğrenci yarı somut aşamada ilerleme kaydedememişlerdir, ancak öğretimin soyut aşamasında başarılı olmuşlardır. Bu durum, VRA öğretim dizisinin çevrimiçi öğrenme ortamında öğrencilere başarılı bir şekilde uygulanabileceğini ve öğretmenlerin VRA öğretim dizisini öğrenci ihtiyaçlarına göre uyarlayabileceğini (örneğin, yarı somut aşamayı çıkartabileceğini) göstermektedir. Sonuç olarak, araştırmanın sonuçları, OSB'li öğrencilerin matematiksel becerilerini öğrenmelerini desteklemede VRA öğretim dizisinin etkili ve kalıcı olduğunu göstermektedir.

Park ve arkadaşları (2020) tarafından yürütülen çalışmanın amacı, silikleştirme uygulaması kullanılan VRA öğretim dizisinin öğrencilerin çıkarma işlemi becerisi edinimini ve bu becerilerin kalıcılığı üzerindeki etkililiğini değerlendirmektir. Bu araştırmanın katılımcılarını yaşları 11-14 arasında değişen, biri zihinsel yetersizlik üçü otizm spektrum bozukluğu olan dört öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkeni VRA öğretim dizisi iken, bağımlı değişkeni öğrencilerin çıkarma becerisini kazanma

düzevidir. Araştırmada silikleştirme uygulaması VRA öğretim dizisi ile öğrencilerin problemleri çözümedeki doğrulukları arasında işlevsel bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca, öğrenciler beceriyi müdahaleden altı hafta sonrasına kadar sürdürmüşlerdir. Bu çalışma, birden fazla öğretim yöntemi veya bu yöntemlerin kombinasyonunu içeren müdahale paketlerinin sadece beceri edinimi için değil, aynı zamanda becerinin sürdürölmesi için de etkili olduğunu göstermektedir.

Park ve arkadaşları (2021) tarafından yürütölün çalışmanın amacı, aşırı öğrenme uygulaması kullanılan VRA öğretim dizisinin öğrencilerin çarpma işlemi becerisi edinimini ve bu becerilerin kalıcılığı üzerindeki etkililiğini değerlendirmektir. Bu çalışmaya, yaşları 11-13 arasında değerşen otizm spektrum bozukluğu olan bir öğrenci ile öğrenme güçlüğu olan iki öğrenci katılmıştır. VRA öğretim dizisinin sanal aşaması için Brainingcamp (2018) tarafından geliştirilen "Color Tiles" adlı iPad uygulaması kullanılmıştır. Bu araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımsız değerşkeni VRA öğretim dizisi iken, bağımlı değerşkeni öğrencilerin çarpma işlemi becerisini kazanma düzeyleridir. Aşırı öğrenme uygulaması ile sunulan VRA öğretim dizisi ve çarpma problemlerini çözüme doğruluğu arasında işlevsel bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, öğrenciler beceriyi müdahaleden sekiz hafta sonrasına kadar korumuşlardır. Bu çalışma, birden fazla öğretim yöntemi veya bu yöntemlerin kombinasyonunu içeren müdahale paketlerinin sadece beceri edinimi için değil, aynı zamanda becerinin sürdürölmesi için de etkili olduğunu göstermektedir.

Root ve arkadaşları (2020), yaşları 13-15 arasında değerşen üç ortaokul öğrencisine çarpma problem çözüme becerilerini öğretmek için VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştırmışlardır. Bu araştırmada aynı zamanda VRA öğretim dizisinin çarpma problem çözüme becerisinin öğretiminde kullanıldıktan sonra kalıcı olup olmadığını değerlendirmenin yanı sıra öğrencilerin ve öğretmenlerin bu öğretim dizisi hakkındaki görüşlerini anlamak da amaçlanmıştır. Araştırmanın katılımcıları, bir devlet okulunun özel eğitim sınıflarına devam eden biri zihinsel yetersizlik diğer ikisi otizm spektrum bozukluğu olan üç öğrenciden oluşmaktadır. Ayrıca, bu öğrencilerin yetersizliklerinin yanı sıra konuşma bozuklukları olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada, tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımsız değerşkeni VRA öğretim dizisi, bağımlı değerşkeni ise öğrencilerin çarpma işlemi içeren sözel

problemleri çözme becerilerini kazanma düzeyidir. Araştırma sonuçları VRA öğretim dizisi uygulandıktan sonra üç katılımcının sanal aşamada, yarı somut ve soyut aşamaya göre daha yüksek bir ortalama puan elde ettiğini göstermektedir. Ayrıca, bu araştırma iki katılımcının görsel destekler kaldırıldığında yüksek doğruluk seviyelerini sürdürdüğünü göstermektedir. Üç katılımcı da müdahale sürecinden keyif aldıklarını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, öğretmen bu süreçte her üç öğrencinin özgüvenlerinin arttığını gözlemlemiştir.

Terzioğlu (2020) tarafından yürütülen araştırmanın temel amacı, zihinsel yetersizliği olan öğrencilere toplama, çıkarma, çarpma ve bölme becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini incelemektir. Bu amacın yanı sıra araştırmada VRA öğretim dizisinin kullanıldığı öğretimlerin farklı ortam ve bireyler üzerinde genelleme etkisi, öğretim sona erdikten 1, 2 ve 3 hafta sonra izleme etkisi ve bu öğretim dizisi hakkında öğretmenlerin görüşlerini belirlemeye yönelik sosyal geçerlilik de araştırma kapsamında değerlendirilmiştir. Araştırmada tek denekli araştırma yöntemlerinden denekler arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkenleri, katılan öğrencilerin dört işlem becerilerini gerçekleştirme düzeyleri iken bağımsız değişkeni, VRA öğretim dizisi ile yapılan öğretimi içermektedir. Bu araştırmanın katılımcıları, zihinsel yetersizliği olan, yaşları 7 ile 12 arasında değişen yedi öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın sonuçları, zihinsel yetersizliği olan öğrencilere dört işlem becerilerinin kazandırılmasında VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin bu becerileri öğretim sonrası 1, 2 ve 3 hafta boyunca koruyabildikleri, farklı ortamlara ve kişilere genelleyeabildikleri ve öğretmenlerin VRA öğretim dizisi ile ilgili görüşlerinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Felsefi Duruşu

Mevcut karma yöntemler araştırmasında diyalektik çoğulculuk araştırma paradigması olarak kabul edilmiştir. Diyalektik çoğulculuk, bir çalışmada kullanılan birden fazla paradigmaya (örneğin, yapılandırmacılık, postpozitivizm) dayanan varsayımlarla etkileşime giren ve çoklu gerçeklikleri, değerleri ve kavramları içeren bir metaparadigma olarak kabul edilmektedir (Greene ve Hall, 2010; Johnson, 2017; Teddlie ve Tashakkori, 2009). Bu metaparadigma, bir olgunun yapısal, bağlamsal ve sosyal yönleri arasındaki karmaşık etkileşimleri göz önünde bulundurarak, bir olgunun bütüncül bir biçimde anlaşılmasına katkıda bulunan çoklu paradigmaların varlığını kabul etmektedir. Johnson (2017) diyalektik çoğulculuğun temel özelliklerinin (a) farklı teorileri, disiplinleri ve paydaşların bakış açılarını dinlemek ve anlamak; (b) dinleme yoluyla öğrenilen çeşitli bakış açılarının ihtiyaçlarına hizmet edecek pratik bir bütün oluşturmak için teoriyi ve uygulamayı birbirine bağlayarak çeşitli bakış açılarını birleştirmek ve (c) çoklu bakış açılarının örtüşmesi veya ayrışmasından ortaya çıkan araştırma bulgularını kullanarak ve yayarak daha geniş bir etki yaratmak için harekete geçmek olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini çok yönlü bir şekilde incelemek amacıyla araştırmanın temel felsefesi olarak diyalektik çoğulculuk benimsenmiştir. Ayrıca bu çalışma, sürekli karşılaştırma tekniğini kullanarak çok boyutlu bir diyalektik çoğulculuğa ihtiyaç duymuştur. Çok boyutlu diyalektik çoğulculuk, her araştırma sorusu için farklı metodolojileri ve yaklaşımları birleştirerek kapsamlı bir bakış açısı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, daha geniş ve derinlemesine bir anlayış elde etmek için kullanılmaktadır (Johnson, 2017).

Bu karma yöntemler araştırmasında nicel, nitel ve karma yöntemler entegrasyon olmak üzere üç farklı türde araştırma sorusu sorulmuştur. Tablo 3.1’de gösterildiği gibi her bir araştırma sorusu, farklı paradigmatik varsayımlara ve epistemolojik, aksiyolojik ve ontolojik inançlara dayanmaktadır. Mevcut çalışma, nicel araştırma sorularını incelemek amacıyla postpozitivizmi temel almaktadır. Bu yaklaşım, araştırmacıların bilimsel bir yöntem ve mantık çerçevesi içinde nesnel gerçekliği anlamaya ve açıklamaya odaklandığı bir temeli ifade etmektedir.

Postpozitivist yaklaşım, araştırma sürecinde deneylerin tasarlanması, verilerin toplanması, istatistiksel analizlerin yapılması ve sonuçların yorumlanmasını içermektedir. Dolayısıyla, mevcut araştırma nicel araştırma sorularını incelemek amacıyla postpozitivist bir yaklaşımı benimseyerek bilimsel bilgi üretmeyi ve nesnel sonuçlara ulaşmayı hedeflemektedir (Teddle ve Tashakkori, 2009).

Bu çalışma, nitel araştırma sorularını incelemek için yapılandırmacılık yaklaşımını temel almaktadır. Yapılandırmacılık, katılımcıların kendi deneyimlerini derinlemesine anlamalarına ve bu deneyimleri toplumsal ve kültürel bağlam içinde detaylı bir şekilde incelemelerine odaklanmaktadır. Dolayısıyla, mevcut çalışmada, nitel verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması aşamalarında yapılandırmacılık yaklaşımı benimsenmektedir (Ponterotto, 2005; Teddle ve Tashakkori, 2009).

Son olarak, karma yöntemler entegrasyon sorusunu ele almak için eleştirel gerçekçilik kullanılmıştır. Bir "duruş" (Maxwell ve Mittapalli, 2010) olarak ifade edilen eleştirel gerçekçilik, dünya görüşlerinin uyumluluğu argümanını kullanarak, nicel ve nitel araştırmaların birbirlerinin sınırlılıklarını gidermek için birlikte çalışabileceğini savunur. Yapılandırmacı bir epistemolojiyi benimseyen eleştirel gerçekçilik, bireysel bakış açılarımız ve algılarımız aracılığıyla inşa edilen bir dünyaya inanır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Ancak bu yaklaşım, gerçekliğin algının dışında var olabileceği geleneksel gerçekçi ontoloji içinde ele alınmaktadır (Maxwell ve Mittapalli, 2010). Dolayısıyla, tek bir olay veya nesne üzerinde birden fazla bakış açısı olabilirken (Healy ve Perry, 2000), eleştirel gerçekçilik aynı zamanda bilinemeyecek gerçeklikler olduğunu da kabul etmektedir (Guba, 1990). Dolayısıyla karma yöntemler araştırma yaklaşımları eleştirel gerçekçilikle uyumlu olduğu için bu çalışmayı destekleyen dünya görüşlerinden biri eleştirel gerçekçiliktir (Buch-Hansen, 2013; Maxwell ve Mittapalli, 2010).

Sonuç olarak matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek amacıyla yürütülen bu karma yöntemler araştırması çok boyutlu diyalektik çoğulculuk (Johnson, 2017) felsefi yaklaşımıyla yönlendirilmiştir. Bu yaklaşım, araştırmacının farklı bakış açılarını bir araya getirerek daha geniş bir anlayış kazanmayı hedeflemektedir ve araştırma sürecine derinlik katmaktadır.

Tablo 3.1 Araştırma sorularına göre paradigmatic varsayımlar ve epistemolojik, aksiyolojik ve ontolojik inançlar

Araştırma Soruları	Paradigmatik Varsayım	Epistemolojik İnanç	Aksiyolojik İnanç	Ontolojik İnanç
Nicel	Postpozitivizm	Araştırmacı doğru, geçerli ve güvenilir bir temsil elde etmek için kendini deneklerden uzaklaştırır.	Araştırmacı, veri toplama ve analiz etme sırasında tarafsız olmaya ve kendi değerlerini/önceki deneyimlerini ortaya koymamaya çalışır.	Dış gerçeklik, olasılıklar açısından kusurlu bir şekilde temsil edilse de mevcuttur.
Nitel	Yapılandırmacılık	Olaylar hakkında bilginin birlikte inşası yakınlığın bir sonucu olarak ortaya çıkar. Araştırmacı ve katılımcılar bilgi oluşturmak için birlikte çalışır.	Araştırmacı ve katılımcılar araştırma sürecinin değeri hakkındaki görüşlerini tartışırlar.	Her insanın gerçekliği farklıdır. Mutlak gerçek yoktur.
Karma Yöntemler Entegrasyon	Eleştirel Gerçekçilik	Fark edilebilecek nesnel gerçeklik düzeyleri vardır; ancak sosyal olgular hakkında mutlak gerçeklik bulmak imkansızdır.	Araştırmacıların dünya görüşü bilginin üretilmesini, farklılaştırılmasını, sınıflandırılmasını ve çoklu veri kaynaklarından çıkarılan anlamlara ve temsili gerçekliklere dönüştürülmesini etkilemektedir.	İnsan anlayışından bağımsız olan nesnel gerçeklikten, anlamlandırma sürecinde anladığımız ve kavradığımız öznel gerçeklere kadar farklı gerçeklik düzeyleri mevcuttur.

3.2 Araştırmanın Modeli

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada karma yöntemler araştırması kullanılmıştır. Karma yöntemler araştırması, geleneksel iki araştırma yaklaşımının yanı sıra son yıllarda gelişen bir sosyal araştırma metodolojisi alanı olarak tanınmaktadır ve Tashakkori ve Teddlie (2010) tarafından "üçüncü metodolojik hareket" olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde, karma yöntemler araştırması, nicel ve nitel yaklaşımlardan ayrılan ve farklı bir bakış açısı sunan yenilikçi bir araştırma yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Farklı dünya görüşünü içeren iki yaklaşımın bir araya getirilmesi temeline dayanan karma yöntemler araştırmasının, tek bir araştırmada veya birbirini izleyen araştırmalar içerisinde araştırma sorularına en iyi yanıt verebilmek için hem nicel hem de nitel verilerin toplanmasına, analiz edilmesine, bulguların birleştirilmesine veya karşılaştırılmasına odaklanılan ve çıkarımlarda bulunan bir araştırma metodolojisi olarak tanımlandığı görülmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2018).

Karma yöntemler araştırmasını kullanmanın gerekçesi, araştırmacıların çalışmalarında neden karma yöntemler araştırmasını seçtiklerini ve araştırma probleminin karma yöntemler araştırması kullanılarak nasıl giderileceğini açıklamasıdır (Plano Clark ve Ivankova, 2016). Karma yöntemler araştırması alanında yaygın olarak kabul edilen gerekçe tipolojisi, Greene ve arkadaşları (1989) tarafından geliştirilmiştir (Plano Clark ve Ivankova, 2016). Bu tipolojide, karma yöntemler araştırmasının kullanılma nedenleri, veri çeşitlemesi (triangulation), tamamlayıcılık (complementarity), geliştirme (development), başlatma (initiation) ve genişletme (expansion) olmak üzere beş ana kategori altında açıklanmıştır. Bu araştırmada karma yöntemin kullanılma nedeni, “veri çeşitlemesi”, “tamamlayıcılık” ve “genişletme” gerekçelerine dayanmaktadır.

Veri çeşitlemesi (triangulation), karma yöntemler araştırmasının vazgeçilmez bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşım, araştırma sürecinde nicel ve nitel verilerin birleştirilmesini esas almaktadır ve bu iki farklı veri türünün güçlü yanlarını bir araya getirerek daha kapsamlı ve derinlemesine bir anlayış sağlamaktadır (Greene ve ark., 1989). Veri çeşitlemesi yaparken, farklı veri toplama araçları kullanılabilir (Creswell ve Plano Clark, 2018). Bu, araştırmacılara daha geniş bir veri yelpazesi elde etme ve araştırma sorularını farklı açılardan ele

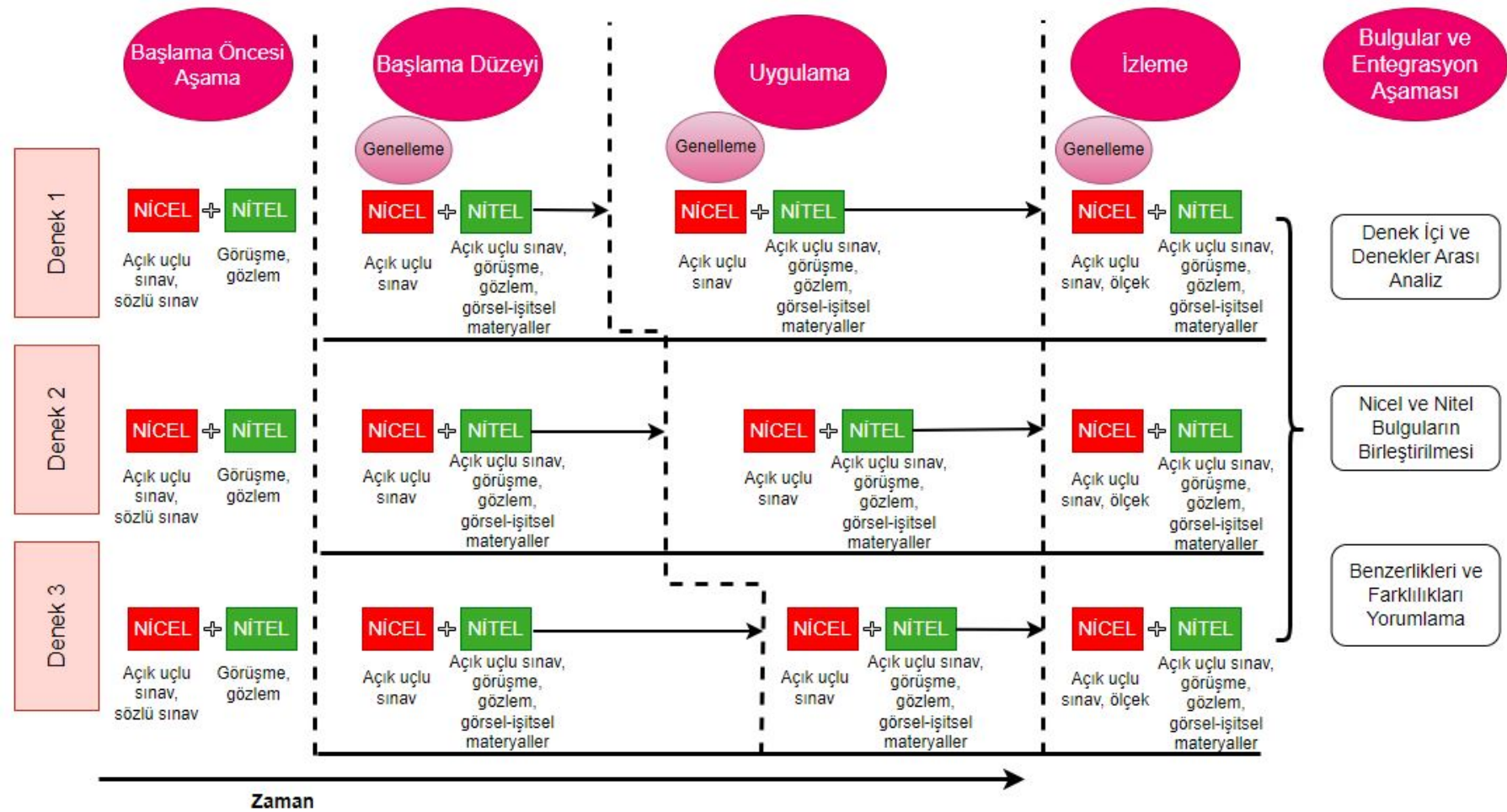
alma fırsatı sunmaktadır. Ayrıca veri çeşitlemesi, farklı veri türlerinin birbirini desteklemesini ve doğrulamasını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu durum, araştırma sonuçlarının daha güvenilir ve geçerli olmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada, nicel ve nitel verilerin birleştirilmesi ihtiyacı "veri çeşitlemesi" gerekçesi ile karşılanmıştır.

Tamamlayıcılık (complementarity), karma yöntemler araştırmasının bir çalışmada kullanılmasının nitel veya nicel verilerden elde edilen sonuçlardan birinin diğerinden elde edilen sonuçları açıklığa kavuşturmasını, detaylandırmasını ve güçlendirmesini esas almaktadır (Greene ve ark., 1989). Bu gerekçenin temelinde, bir konuya ilişkin elde edilen nicel ve nitel verilerin her ikisinin de güçlü yönlerini ele alarak her iki yönteme de vurgu yapması yatmaktadır (Greene ve ark., 1998; Plano Clark ve Ivankova, 2016). Bu bağlamda, araştırmanın "tamamlayıcılık" gerekçesi, verilerin bir araya getirilmesi ve analiz edilmesi için kullanılmaktadır ve sonuçların daha güçlü ve kapsamlı olmasını sağlamaktadır.

Genişletme (expansion) gerekçesinde, farklı araştırma sorularını ele almak veya aynı sorunun farklı yönlerini incelemek için farklı veri toplama yöntemlerini kullanarak araştırmanın sınırları genişletilir (Greene ve ark., 1989). Genişletme, araştırmacılara sorularını daha derinlemesine inceleme ve araştırma sonuçlarını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirme fırsatı sunmaktadır. Bu araştırmada, farklı araştırma sorularını ele almak için hem nitel hem de nicel araştırma yöntemlerini bir araya getirerek araştırmanın kapsamını genişletme hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, araştırmanın sınırlarını genişleterek, araştırma bulgularının güvenilirliğini ve geçerliğini artırmayı amaçlamaktadır ve bu nedenle "genişletme" gerekçesi kullanılmıştır. Genişletme gerekçesi, araştırma sorularını daha ayrıntılı bir şekilde inceleme ve sonuçları daha zengin bir şekilde değerlendirme fırsatı sunmaktadır.

Alanyazında karma yöntemler araştırma desenlerine ilişkin yapılan sınıflandırmalar incelendiğinde, araştırmacılar tarafından farklı isimlendirmelerle farklı desenlerin geliştirildiği görülmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2018; Greene ve Caracelli, 1997; Johnson ve Onweugbuzie, 2004; Leech ve Onweugbuzie, 2009; Morse, 1991; Tashakkori ve Teddlie, 2010). Karma yöntem araştırmalarına ilişkin önemli çalışmalar yürüten Creswell ve Plano Clark (2018) karma yöntemler araştırması desenlerini temel ve gelişmiş desenler olmak üzere iki ana kategoriye ayırmaktadır. Temel desenler karma yöntemler araştırmasını bir çalışmada kullanmanın amacı ile nitel ve nicel verilerin toplanması ve analizinin

zamanlamasına (sıralılığına) göre eş zamanlı, açıklayıcı sıralı ve keşfedici sıralı olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Şekil 3.1’de araştırmanın tasarım özelliklerinde gösterildiği gibi bu araştırma, nicel ve nitel bulguların birleştirilerek ya da karşılaştırılarak yorumlanması temeline dayanan eş zamanlı desen ile yürütülmüştür. Bu desen, hem nicel hem de nitel verilerin eş zamanlı olarak toplandığı ve analiz edildiği bir tasarımı ifade etmektedir. Eş zamanlı desende nicel ve nitel veriler, araştırma sonuçlarını daha derinlemesine anlamak ve zenginleştirmek için birleştirilerek veya karşılaştırılarak yorumlanmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Bu durum, verilerin birbirini doğrulamasına veya desteklemesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, araştırmacıların farklı veri türlerini birleştirerek ya da karşılaştırarak daha derinlemesine bir anlayış elde etmelerine yardımcı olmaktadır.



Şekil 3.1 Araştırmanın Prosedür Diyagramı

Bu araştırmanın nicel boyutunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek amacıyla tek denekli araştırma modellerinden yoklama denemeli katılımcılar arası çoklu yoklama modeli kullanılmıştır (Tekin-İftar, 2018). Katılımcılar arası çoklu yoklama modeli bir bağımsız değişkenin etkililiğinin üç farklı katılımcı üzerinde incelendiği araştırma modelidir. Katılımcılar arası çoklu yoklama modeli yoklama evresi ve en az üç ortamda yinelenen uygulama evresi olmak üzere iki evreden oluşmaktadır. Bu modelde aynı davranışın aynı ortamda üç farklı katılımcıya kazandırılması ya da üç farklı katılımcıda ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Katılımcıların çoklu yoklama modellerinde gerekli olan önkoşul özellikleri karşılayabilmeleri için birbirinden bağımsız olmaları ve araştırmada etkisi incelenen bağımsız değişkenden etkilenme olasılığı olan kişiler olması gerekmektedir. Katılımcıların birbirinden farklı olması koşulu bir katılımcıya öğretim ya da davranış değiştirmenin sağlanmasının diğer katılımcılarda istendik davranış değişikliğini kolaylaştırmaması ya da sağlanmaması içindir. Birbirine benzer olması ise katılımcıların belirlenen bağımsız değişkenden etkilenme olasılığının birbirine yakın olması anlamında kullanılmaktadır. Çoklu yoklama modellerinde deneysel kontrol, bağımlı değişkenlere (katılımcı, davranış, ortam) bağımsız değişkenin ard-zamanlı olarak uygulanmasıyla bağımlı değişken verilerindeki düzey ve eğilimde istendik yönde değişimlerin olması ile bağımsız değişkenin henüz uygulanmadığı bağımlı değişkenlerin başlama düzeyi verilerinde istendik yönde herhangi bir değişikliğin olmamasıyla kurulmaktadır (Horner ve ark., 2005; Mills ve Gay, 2016; Tekin-İftar, 2018).

Bu araştırmanın nitel boyutunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesi amacıyla içsel durum çalışması kullanılmıştır. İçsel durum çalışmasında, araştırmacı, sıradışı veya özgün bir "durum" hakkında ayrıntılı bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. İçsel durum çalışması türü, odaklandığı durumu tam anlamıyla kavramak için durumu oluşturan unsurları ayrıntılı olarak incelemeyi ve anlamayı içermektedir. Bu tür bir araştırmanın temel amacı, soyut bir yapıyı veya olguyu anlamak, genellemeler yapmak veya teori oluşturmak yerine, araştırmanın

odaklandığı durum (örneğin, öğrenme güçlüğü olan bir öğrenci veya yeni bir öğretim programı) hakkında bilgi edinme ihtiyacını karşılamaktır (Stake, 2005).

Karma yöntemler entegrasyonu, araştırmacıların hem nicel hem de nitel araştırma yaklaşımlarını birleştirerek daha kapsamlı ve derinlemesine anlayışlar elde etmesini amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır (Teddlie ve Tashakkori, 2009). Bu yaklaşım, araştırma sorusunun hem nicel hem de nitel yönlerini incelemek için kullanılmaktadır. Böylece, bu yaklaşım araştırmacılara daha geniş bir bakış açısı sunar ve araştırma sürecine daha çok derinlik kazandırır. Ayrıca, bu yaklaşım, nicel verilerin nitel verilerle zenginleştirilmesine veya tamamlanmasına fırsat tanımaktadır. Böylece, sayısal veriler daha anlamlı ve derin bir bağlama yerleştirilebilir. Nicel ve nitel verilerin birleştirilmesi, farklı bakış açılarını bir araya getirerek araştırmanın genel geçerliğini artırmaktadır. Çalışmanın tasarımına uygun olarak, Şekil 3.1'deki prosedür diyagramının son aşamasında temsil edilen entegrasyon, nicel ve nitel analizler tamamlandıktan sonra elde edilen verilerin birleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Plano Clark, 2019).

Uygulama matrisi, bir araştırmanın süreçlerine ve sonuçlarına detaylı bir bakış sunarak araştırmanın başarıyla yönetilmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan önemli bir araçtır (Fetters, 2020). Tablo 3.2'deki matris, çalışmanın detaylı uygulama planını içermektedir. Bu matriste, araştırmanın nicel, nitel ve entegrasyon sürecinde gerçekleştirilen analizler ile elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca araştırmanın her bir unsuruyla ilişkili araştırma soruları özetlenmiştir. Tablodaki sıralamada, nicel süreç nitel süreçten önce sunulmuştur; ancak bu iki yaklaşımla ilişkili faaliyetlerin çalışmanın tasarımıyla tutarlı bir şekilde eşzamanlı olarak gerçekleştirildiğine dikkat etmek önemlidir. Her iki yöntemin veri toplama ve analiz aşamaları tamamlandıktan sonra, matrisin altında gösterildiği gibi entegrasyon sürecine başlanmıştır.

Tablo 3.2 Araştırmanın uygulama matrisi

Aşamalar	Araştırma Soruları	Prosedürler	Analiz	Ürünler
Nicel Araştırma Yöntemi	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkililiği nedir?	Araştırmanın uygulama sürecine başlamadan önce pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir.	Her bir öğrenciden toplanan veriler üzerinden grafikler çizilmiştir.	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi,
Tek denekli araştırma yöntemi	Müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini sürdürmeleri üzerindeki etkililiği nedir?	Başlama düzeyi evresinde deneklerin her biri için en az beş oturum düzenlenmiştir.	Grafiklere dayalı görsel analizler ve etki büyüklüğü hesaplamaları yapılmıştır.	kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğinin belirlenmesidir.
	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performanslarının üç aşamalı sözlü problemlere genellenmesi üzerinde VRA öğretim dizisinin etkililiği nedir?	VRA öğretim dizisinin her aşamasında en az beş oturum olmak üzere toplamda en az 15 uygulama oturumu gerçekleştirilmiştir.	Anket sonuçlarının betimsel analizleri yapılmıştır.	Öğrencilerin uygulamaya ilişkin düşüncelerini belirlemek için araştırmanın sosyal geçerlik verilerinin elde edilmesidir.
	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler uygulamayı ne düzeyde faydalı bulmaktadır?	İki aşamalı sözlü problem becerilerinin üç aşamalı problem çözme becerilerine genelleme etkisini incelemek için genelleme oturumları gerçekleştirilmiştir.		
		Öğrencilere uygulama oturumları sonlandırıldıktan bir, iki, üç ve dört hafta sonra öğrendiklerini ne düzeyde koruduklarını öğrenmek amacıyla izleme oturumları gerçekleştirilmiştir.		
		Araştırmanın sosyal geçerlik verilerini elde etmek amacıyla öğrencilere anket uygulanmıştır.		

Tablo 3.2 Araştırmanın uygulama matrisi (devamı)

Aşamalar	Araştırma Soruları	Prosedürler	Analiz	Ürünler
Nitel Araştırma Yöntemi	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türleri ve sıklıkları nelerdir?	Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama ve izleme oturumlarında görüşmeler, gözlemler ve görsel-işitsel materyaller kullanılarak veriler toplanmıştır.	Her bir öğrenciden toplanan veriler incelenerek içerik analizi yapılmıştır.	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesidir.
Durum çalışması araştırma yöntemi	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin rolü nedir?		Analiz sonucunda elde edilen veriler anlatı, tablolar ve grafikler kullanılarak sunulmuştur.	Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesidir.
Entegrasyon	VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar nasıl bir içgörü sağlamaktadır?	Nicel ve nitel sonuçların uyumlu ya da farklı olduğunu belirlemek için karşılaştırma yapılmıştır (Fetters, 2020). VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek için nicel ve nitel bulgular anlatı ve ortak gösterim yöntemleri kullanılarak tartışılmıştır.		VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılmasıdır.

3.3 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Bu araştırmanın bağımlı değişkeni, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerini gerçekleştirme düzeyleridir. Araştırmanın bağımsız değişkeni ise, doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisidir. VRA öğretim dizisi ardışık olarak birbirini izleyen sanal aşama, yarı somut aşama ve soyut aşama olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin öğretimi bu aşamalar ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama oturumları ilgili bölümde detaylı olarak açıklanmıştır.

3.4 Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını; denekler, uygulamacı ve gözlemciler oluşturmaktadır. Aşağıdaki başlıklarda deneklerde aranan önkoşul beceriler, deneklerde aranan önkoşul becerilerin değerlendirilme süreci, deneklerin özellikleri, uygulamacı ve gözlemciler ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

3.4.1 Denekler

Araştırmanın bu alt başlığında, deneklerde aranan ön koşul beceriler, önkoşul becerilerin değerlendirilme süreci ve deneklerin özellikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.4.1.1 Deneklerde Aranan Önkoşul Beceriler

Araştırma, genel eğitim sınıflarına devam eden aynı zamanda özel eğitim kurumlarından destek alan ve öğrenme güçlüğü tanısı almış üç öğrenci ile yürütülmüştür. Bunun yanı sıra deneklerin öğrenme güçlüğüünün yanında ek bir tanı almamış olmalarına, en az beşinci sınıf düzeyinde olmalarına ve sınıf tekrarı yapmamış olmalarına dikkat edilmiştir. Deneklerde aranan önkoşul özelliklere yönelik detaylı bilgiler izleyen paragraflarda açıklanmıştır.

Beş ve daha fazla kelimedenden oluşan yazılı ya da sözlü yönergeleri yerine getirme: Araştırmaya dahil edilen deneklere önkoşul değerlendirme oturumlarında uygulamacı tarafından beş ve daha fazla kelimedenden oluşan sözlü veya yazılı yönergeler (örn., “Masanın üzerindeki çalışma kağıtlarını bana getir.”) sunulmuş ve deneklerden bu yönergelere tepki vermeleri beklenmiştir. Deneğin bu yönergelere doğru tepkide bulunması, önkoşul beceriye sahip olduğu anlamına gelmiştir.

Okuma-yazma becerilerine sahip olma: Araştırmaya dahil edilen deneklerin okuma becerilerine sahip olup olmadıklarının değerlendirilmesi amacıyla, deneklere okumaları için beşinci sınıf düzeyinde bir metin verilmiş (EK 3) ve

deneklerden kendilerine verilen bu metni okumaları istenmiştir. Deneklerden kendilerine verilen metni, hecelemeden ve en az %90 doğruluk düzeyinde okumaları beklenmiştir. Deneklerin yazma becerilerini değerlendirmek üzere, çalışma içerisinde yer verilecek sözlü problemlere benzer özellikte olacak şekilde hazırlanmış bir problem metni okunmuştur. Deneklere okunan problem metni toplamda üç cümleden oluşmuştur. Problem metninde en az 20 kelime ve en fazla 25 kelimeye yer verilmiştir. Deneklerden, kelime kelime dikte edilerek okunan bu metni, A4 boyutundaki çizgili bir kâğıda en az %80 doğruluk düzeyinde yazmaları beklenmiştir.

Okuduğunu anlama becerisine sahip olma: Araştırmaya dahil edilen deneklerin, okuduğunu anlama becerilerine sahip olup olmadıklarını değerlendirmek amacıyla, kendilerine okuma becerilerinin sınanması için verilen metin ile ilgili sorular sorulmuştur. Bu sorular EK 3'te yer almaktadır. Deneklerden, metinle ilgili sorulan 5N1K sorularına sözel ipucu verildiğinde en az %80 doğruluk düzeyinde sözel olarak yanıt vermeleri beklenmiştir.

Toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini %80 oranında doğru yapabilme: Araştırmaya dahil edilen deneklerin, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerine yönelik performanslarını değerlendirmek üzere, 10 tane toplama işlemi, 10 tane çıkarma işlemi, 10 tane çarpma işlemi ve 10 tane bölme işlemi içeren dört ayrı ölçme aracı hazırlanmıştır (EK 4, EK 5, EK 6, EK 7). A4 büyüklüğündeki bu ölçme araçları, her işlemde sayılar alt alta gelecek şekilde, Times New Roman yazı karakterinde, 14 punto büyüklüğünde ve 1,5 satır aralığında olacak şekilde düzenlenmiştir. Bununla birlikte, deneklerin ölçme araçlarında yer alan işlemlere verdikleri yanıtların kaydedilmesi için İşlem Becerisi Değerlendirme Formu (EK 8) oluşturulmuştur. Bu değerlendirme formu, öğrencinin kimlik bilgileri, değerlendirmenin yapıldığı tarih-saat bilgisi, değerlendirilen işlemin türü bilgisi, öğrencilerin doğru, yanlış ya da boş olan yanıtlarını kaydetmek üzere yer alan işlem performans çizelgesi ve bu işlemlere yönelik açıklama bölümlerinden oluşmaktadır. Öğrenciden kendisine sunulan ölçme aracında yer alan işlemleri sesli bir şekilde çözmesi istenmiştir. Öğrenci işlemleri sesli bir şekilde yaparken, uygulamacı tarafından öğrencinin verdiği yanıtlar İşlem Becerisi Değerlendirme Formu'na kaydedilmiştir. Uygulamacı bu süreçte önemli gördüğü noktaları ya da öğrencinin hata yapması durumunda yaptığı hatanın türünü (hesaplama hatası, onluk bozma hatası, eldeyi işlem sonuna basamak olarak ekleme, vb.), çizelgenin

en sağında yer alan açıklama isimli sütuna not almıştır. Toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerine en az %80 doğruluk düzeyinde yanıt veren öğrenciler belirlenmiştir. Bu öğrenciler, iki aşamalı sözlü problemleri çözme performanslarının belirlenmesi için bir sonraki değerlendirme sürecine dâhil edilmişlerdir.

İki aşamalı beş sözlü problemten en fazla iki problemi doğru çözebilme: İşlem becerileri önkoşulunu sağlayan öğrenciler, iki aşamalı sözlü problemleri çözme performanslarının değerlendirilmesi sürecine dâhil edilmişlerdir. Bu süreçte öğrencilere, müfredatta yer alan iki aşamalı sözlü problemler sunulmuştur. Bu problemleri oluştururken, araştırmanın uygulama süreçlerinde kullanılacak olan sözlü problemler ile benzer özellikte ve zorluk düzeyinde olmasına dikkat edilmiştir. Bu problemler, Times New Roman yazı karakterinde, 14 punto büyüklüğünde ve 1,5 satır aralığında olacak şekilde düzenlenmiştir. Bununla birlikte, deneklerin doğru çözdükleri problem sayısını kaydetmek amacıyla Problem Çözme Becerisi Değerlendirme Formu (EK 9) oluşturulmuştur. Bu kayıt formu, öğrencinin kimlik bilgileri, değerlendirmenin yapıldığı tarih-saat bilgisi, öğrencinin iki aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru, yanlış ya da boş yanıtlarını kaydetmek üzere yer alan problem performans çizelgesi ve bu işlemlere yönelik açıklama bölümlerinden oluşmuştur. Öğrenciden kendisine sunulan problemleri çözmesi istenmiştir. Öğrencinin problemleri çözme sürecinin tamamlanmasının ardından, uygulamacı tarafından öğrencinin yanıtları incelenmiş ve Problem Çözme Becerisi Değerlendirme Formu'na gerekli bilgiler kaydedilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu, iki aşamalı sözlü problemlere, en fazla %40 doğruluk düzeyinde yanıt veren öğrenciler araştırmanın denekleri olarak belirlenmiştir.

Deneklerde aranan diğer ön koşul beceriler ise; dikkatini en az 30 dakika süreyle çalışmaya yöneltebilme, düzenli olarak devamlılık gösterme ve daha önce öğretimi yapılacak olan beceriye ilişkin bir çalışmada yer almamış olma veya araştırma sırasında öğretimi yapılacak olan beceriye ilişkin bir çalışmada yer almama olarak belirlenmiştir.

3.4.1.2 Deneklerde Aranan Önkoşul Becerilerin

Değerlendirilme Süreci

Bu araştırma 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılı içerisinde, Şanlıurfa ili sınırları içerisinde bulunan bir özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma öncesinde araştırmacı, eğitim gördüğü üniversite

bünyesindeki etik kuruldan ve Şanlıurfa Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinleri almıştır. Araştırmanın önkoşul becerilerine sahip olan deneklerini belirlemek amacıyla öncelikle Şanlıurfa ilinin Eyyübiye ilçesindeki, özel öğrenme güçlüğü tanısı olan öğrencilerin devam ettikleri okullar ya da kurumlar ile ön görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Okulun ya da kurumun belirlenmesinin ardından öğrencilerin öğretmenleri ile görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerle yapılan bu görüşmelerde, öğretmenlere araştırma kapsamına alınacak deneklerde aranan önkoşul beceriler hakkında bilgi verilmiş ve bu becerilere sahip olduğu düşünülen öğrencilerin olup olmadığı hakkında kendilerinden bilgi alınmıştır. Yapılan bire bir görüşmeler sırasında öğretmenden alınan bilgiler, önceden hazırlanmış olan Öğretmen Görüşme Formu'na (EK 2) kaydedilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin rehber öğretmenleri ile de görüşülerek öğrencilerin tanılarına yönelik bilgi edinilmiştir.

Öğretmenler ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, ön koşul becerilere sahip olduğu ve araştırmaya uygun olabileceği düşünülen, öğrenme güçlüğü tanısı olan altı öğrenci belirlenmiştir. Araştırmanın denekleri olarak belirlenecek öğrencilerin ön koşul becerileri karşılayıp karşılamadıklarını belirlemek için değerlendirme oturumları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öğrenciler öncelikle, okuma-yazma ve okuduğunu anlama becerilerine yönelik performansları değerlendirilmek üzere izleyen paragraflarda ayrıntılarıyla açıklanan süreçlerden geçirilmiştir. Öğrencilerden kendilerine verilen metni, hecelemeden ve en az %90 doğruluk düzeyinde okumaları ve kelime kelime dikte edilerek kendilerine okunan bu metni, en az %80 doğruluk düzeyinde yazmaları beklenmiştir. Ardından, bu önkoşulları sergileyen öğrenciler, işlem ve problem çözme becerilerine yönelik performansları değerlendirilmek üzere, ikinci bir ön değerlendirme sürecine alınmıştır. Bu süreçte, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini %80 oranında doğru yapabilen ve iki aşamalı beş sözlü problemde en fazla iki problemi doğru çözebilen öğrenciler belirlenmiştir.

Bu çalışmalar sürerken öğrencinin, beş ve daha fazla kelimeden oluşan yazılı ya da sözlü yönergeleri yerine getirebilme ile dikkatini en az 30 dakika süreyle çalışmaya yöneltebilme performanslarına da bakılmıştır. Tüm bu önkoşul becerileri karşılayan ve kuruma devam sorunu bulunmayan öğrencilerin kendileri, aileleri ve öğretmenleri ile bire bir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde, araştırmanın amacı, içeriği ve deneysel süreci hakkında detaylı

bilgiler sunulmuş, ardından araştırmaya katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Olumlu görüş bildiren ve gönüllü olan beş denekten üçü asıl, ikisi yedek denek olarak ölçüt örnekleme yoluyla seçilmiştir. Bu yedek deneklerden biri, araştırmanın pilot uygulama sürecine dâhil edilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce, araştırmaya katılmayı kabul eden deneklerin ailelerinin yazılı onayının alınması için, ailelere Aile İzin Formu (EK 1) sunulmuştur. Deneklerin aileleri, ilgili formu okuyup imzalayarak araştırma sırasında sahip oldukları haklar hakkında bilgilendirildiklerini, araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarını, araştırmanın gerekliliklerini yerine getirmeyi kabul ettiklerini, video ve ses kaydı çekimlerine izin verdiklerini onaylamışlardır.

3.4.1.3 Deneklerin Özellikleri

Araştırmaya öğrenme güçlüğü tanısı olan üç erkek öğrenci katılmıştır. Kod isimleri ile yer alan deneklerin demografik özellikleri Tablo 3.3'te gösterilmiş ve deneklere yönelik ayrıntılı bilgiler izleyen paragraflarda açıklanmıştır.

Tablo 3.3 Araştırmaya katılan deneklerin demografik özellikleri

Deneğin Adı	Cinsiyet	Yaş	Tanısı	Sınıf Düzeyi
Cenk	Erkek	13 yaş 1 ay	Özel Öğrenme Güçlüğü	8. Sınıf
Utku	Erkek	12 yaş 7 ay	Özel Öğrenme Güçlüğü	7. Sınıf
Mert	Erkek	13 yaş 5 ay	Özel Öğrenme Güçlüğü	8. sınıf

Araştırmaya katılan birinci denek Cenk, 13 yaş 1 aylık olan öğrenme güçlüğü tanısı almış bir erkek öğrencidir. Sekizinci sınıfa devam eden Cenk, araştırmanın ön koşul değerlendirme sürecinde okuduğu metin ile ilgili 5N1K soruların tamamına sözel ipucu verildiğinde doğru yanıt verebilmiştir. Kendisine sunulan beş ve daha fazla kelimedenden oluşan yazılı ya da sözlü yönergeleri yerine getirebilmektedir ve masa başı etkinliklerde dikkatini en az 30 dakika süre boyunca çalışmaya yöneltebilmektedir. Bununla birlikte, ön değerlendirme oturumlarında kendisine sunulan 10 toplama işleminden 9'unu, 10 çıkarma işleminden 8'ini, 10 çarpma işleminden 8'ini, 10 bölme işleminden 8'ini doğru yapabilmıştır. İki aşamalı 10 sözlü probleminden yalnızca bir soruda doğru sonuca ulaşabilmıştır. Cenk'in herhangi bir ek yetersizliği bulunmamakla birlikte, kuruma düzenli olarak

devam etmektedir. Ayrıca Cenk'in sözlü problem çözme becerisiyle ilişkili herhangi bir öğretim dizisine yönelik çalışma öncesinde bir deneyimi bulunmamaktadır.

Araştırmaya katılan ikinci denek Utku, 12 yaş 7 aylık olan öğrenme güçlüğü tanısı almış bir erkek öğrencidir. Yedinci sınıfa devam eden Utku, araştırmanın ön koşul değerlendirme sürecinde okuduğu metin ile ilgili 5N1K soruların tamamına sözel ipucu verildiğinde doğru yanıt verebilmiştir. Kendisine sunulan beş ve daha fazla kelimedenden oluşan yazılı ya da sözlü yönergeleri yerine getirebilmektedir ve masa başı etkinliklerde dikkatini en az 30 dakika süre boyunca çalışmaya yöneltebilmektedir. Bununla birlikte, ön değerlendirme oturumlarında kendisine sunulan 10 toplama işleminden 9'unu, 10 çıkarma işleminden 9'unu, 10 çarpma işleminden 8'ini, 10 bölme işleminden 8'ini doğru yapabilmektedir. İki aşamalı 10 sözlü probleminden yalnızca iki soruda doğru sonuca ulaşabilmektedir. Utku'nun herhangi bir ek yetersizliği bulunmamakla birlikte, kuruma düzenli olarak devam etmektedir. Ayrıca Utku'nun sözlü problem çözme becerisiyle ilişkili herhangi bir öğretim dizisine yönelik çalışma öncesinde bir deneyimi bulunmamaktadır.

Araştırmaya katılan üçüncü denek Mert, 13 yaş 5 aylık olan öğrenme güçlüğü tanısı almış bir erkek öğrencidir. Sekizinci sınıfa devam eden Mert, araştırmanın ön koşul değerlendirme sürecinde okuduğu metin ile ilgili 5N1K soruların tamamına doğru yanıt verebilmiştir. Kendisine sunulan beş ve daha fazla kelimedenden oluşan yazılı ya da sözlü yönergeleri yerine getirebilmektedir ve masa başı etkinliklerde dikkatini en az 30 dakika süre boyunca çalışmaya yöneltebilmektedir. Bununla birlikte, ön değerlendirme oturumlarında kendisine sunulan 10 toplama işleminden 10'unu, 10 çıkarma işleminden 10'unu, 10 çarpma işleminden 9'unu, 10 bölme işleminden 8'ini doğru yapabilmektedir. İki aşamalı 10 sözlü probleminden yalnızca iki soruda doğru sonuca ulaşabilmektedir. Mert'in herhangi bir ek yetersizliği bulunmamakla birlikte, kuruma düzenli olarak devam etmektedir. Ayrıca Mert'in sözlü problem çözme becerisiyle ilişkili herhangi bir öğretim dizisine yönelik çalışma öncesinde bir deneyimi bulunmamaktadır.

3.4.2 Uygulamacı

Araştırmanın deneysel sürecine ilişkin yapılan tüm uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı lisans eğitimini sınıf öğretmenliği alanında, yüksek lisans eğitimini ise özel eğitim alanında tamamlamıştır. Araştırmacı yüksek lisans eğitimine başlamadan önce MEB tarafından verilen Zihin Engelliler Sınıf

Öğretmenliği Sertifika Programı'na katılmış ve özel bir özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde özel eğitim sınıf öğretmeni olarak çalışmıştır. Araştırmacı Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Özel Eğitim Anabilim Dalı'nda YÖK 100/2000 Doktora ve TÜBİTAK 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Bursiyeri olarak eğitimine devam etmektedir. Ayrıca, araştırmacının özel eğitim alanında yapmış olduğu ulusal ve uluslararası yayınları mevcuttur. Araştırmacı, Amerika Birleşik Devletleri Cincinnati Üniversitesi'nde Vicki L. Plano Clark'ın danışmanlığında gerçekleştirdiği doktora eğitimi sırasında karma yöntemler araştırması konusunda uzmanlaşmış olan Dr. Sinem Toraman Türk'ün düzenlediği 18 saat süren "Karma Yöntemler Araştırması: Tasarım, Yazım ve Raporlama Eğitimi"ne katılmıştır.

3.4.3 Gözlemciler

Araştırmanın gözlemciler arası güvenirlik, uygulama güvenirliği ve değerlendiriciler arası güvenirlik verileri özel eğitim alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen ile ölçme ve değerlendirme alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen olmak üzere iki bilim uzmanı tarafından toplanmıştır. Gözlemciler, araştırmanın amacı, katılımcıları, ortamı, araç-gereçleri ve uygulama süreci hakkında bilgilendirilmiştir. Ayrıca, araştırmanın bağımlı ve bağımsız değişkenleri, olası denek tepkileri, deneklerin olası tepkileri karşısında uygulamacıdan beklenen davranışlar, başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarının düzenlenme şekli ile veri toplama araçlarının kullanımı hakkında da kendilerine yazılı ve sözlü bilgilendirme yapılmıştır.

3.5 Ortam

Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumları öğrencilerin devam ettikleri özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde, 4m×3m ebatlarındaki bir odada, bire-bir öğretim düzenlemesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma odası, kurumun eğitim sürecini aksatmayacak şekilde, planlanan gün ve saatler içerisinde kullanılmıştır. Odada deneklerin dikkatini dağıtabilecek eşyaların ya da materyallerin olmamasına ve dış ortamdaki seslerin oda içerisine girmemesine dikkat edilmiştir. Odanın içerisinde bir raf, bireysel çalışmaların yapıldığı bir masa, masanın karşılıklı kenarlarında ise denek ve uygulamacının oturabilecekleri birer sandalye bulunmaktadır. Öğrencinin oturacağı sandalye ve uygulamanın karşılıklı olarak yürütüleceği masa öğrencinin boyuna uygun

yüksekliktedir. Çalışma sırasında kullanılacak materyaller, uygulamacı ve öğrencinin rahatlıkla ulaşabilecekleri şekilde çalışma masasının üzerinde bulundurulmuştur. Ayrıca oturumların kaydedilmesi amacı ile kullanılan video kamera oturumlardan önce, odanın içerisinde deneğin tepkilerinin net görünebileceği şekilde uygun bir yere konumlandırılmıştır.

3.6 Araç-Gereçler

Araştırmanın araç gereçleri başlığı altında, verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile sonuçlara ulaşma sürecinde kullanılan araç ve gereçler ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Araştırmanın nicel boyutunda, öncelikle ön koşul değerlendirme oturumlarında, Okuma Metni ve 5N1K Soruları, Toplama İşlemi Ölçme Aracı, Çıkarma İşlemi Ölçme Aracı, Çarpma İşlemi Ölçme Aracı, Bölme İşlemi Ölçme Aracı, İşlem Becerisi Değerlendirme Formu ve Problem Çözme Becerisi Değerlendirme Formu kullanılmıştır. Ayrıca, bu oturumların gerçekleştirilmesi için kâğıt, kalem, silgi, video kamera ve önceden belirlenen pekiştireçler kullanılmıştır.

Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı, Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı ile Sözlü Problem Çözme Becerisi Veri Kayıt Formu kullanılmıştır. Ayrıca, bu oturumlar sırasında kâğıt, kalem, silgi, video kamera ve uygulama öncesinde belirlenen pekiştireçler kullanılmıştır.

Araştırmanın uygulama oturumlarında sanal-yarı somut-soyut aşamalarda kullanılmak üzere araç-gereçler hazırlanmıştır. Sanal aşamada, matematik öğrenimini desteklemek amacıyla geliştirilen dijital bir matematik eğitim uygulaması olan BrainingCamp kullanılmıştır. Bu uygulama, özellikle ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilere yöneliktir. Ayrıca, bu uygulama soyut matematik kavramlarını somut bir şekilde öğrenmelerine olanak sağlayacak interaktif matematik materyalleri sunmayı amaçlamaktadır. BrainingCamp, öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmelerine ve öğrenme deneyimlerini daha etkili hale getirmelerine yardımcı olabilir. Araştırmanın yarı somut aşamasında ilk aşamada yer alan sanal nesneleri temsil eden çizimler kullanılmıştır. Araştırmanın soyut aşamasında sadece matematiksel sembollerin ve rakamların kullanıldığı çalışma kâğıtlarından yararlanılmıştır. Çalışma kâğıtları üzerinde

Times New Roman yazı tipiyle, 12 punto büyüklüğünde, kalın olarak yazılmış beş adet problem yer almaktadır.

Sosyal geçerlik oturumlarında ise denekler için geliştirilmiş olan Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi ile birlikte kâğıt, kalem, silgi, video kamera ve uygulama öncesinde belirlenen pekiştireçler kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu ve Gözlem Formu kullanılmıştır.

3.7 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla nicel ve nitel olmak üzere farklı veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Bu veri toplama araçları izleyen başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.7.1 Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın izleyen başlıklarında İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı, Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı, Sözlü Problem Çözme Becerisi Veri Kayıt Formu ile Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.7.1.1 İki ve Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı

Bu çalışma kapsamında, iki ve üç aşamalı sözlü problemler oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılacak sözlü problemlerin oluşturulma aşamasında, öncelikle Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan ortaokul matematik ders kitaplarında bulunan sözlü problemler detaylı bir şekilde gözden geçirilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen iki ve üç aşamalı sözlü problemler, zorluk seviyesi, ifade ve dil kullanımı, deneklerin özellikleri ve öğretim içeriği özellikleri göz önünde bulundurularak düzenlenmiş ve problemlere son şekli verilmiştir. Bu bağlamda, araştırmada kullanılmak üzere iki ve üç aşamalı sözlü problem çözme becerisi ölçme araçları hazırlanmıştır. İki ve üç aşamalı sözlü problem çözme becerisi ölçme araçlarının içeriğinin ve uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla uzman görüşü alınmıştır. Başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında kullanılmak üzere hazırlanan iki ve üç aşamalı sözlü problem çözme becerisi ölçme araçlarının her biri için bir örnek çalışma kağıdı ve geliştirilen Uzman Görüş Formu (EK 10), matematik eğitimi alanında lisans, yüksek lisans ve doktora derecesi olan iki uzmana sunulmuştur. Uzmanların görüşleri doğrultusunda ölçme araçlarına son şekli verilmiştir.

Araştırmanın tüm oturumlarında yer alan sözlü problemler, uzman görüşü doğrultusunda gerekli düzenlemelerin yapılarak son şeklinin verildiği problemlerden oluşmuştur. Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında, deneklerin doğru çözdükleri problemleri belirlemek amacıyla beşer adet sözlü problemten oluşan İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı (EK 12) ve Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı (EK 13) kullanılmıştır. Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı'nın her birinde, Times New Roman yazı karakterinde, 14 punto büyüklüğünde ve 1,5 satır aralığında olacak şekilde yazılmış olan beşer adet sözlü probleme yer verilmiştir. Bu sözlü problemler arasında deneklerin gerekli işlemleri yapabileceği boşluklar bulunmaktadır.

3.7.1.2 Sözlü Problem Çözme Becerisi Veri Kayıt Formu

Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında deneklerin İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı'nda (EK 12) ve Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı'nda (EK 13) yer alan sözlü problemlere verdikleri yanıtları kaydetmek üzere Sözlü Problem Çözme Becerisi Veri Kayıt Formu (EK 14) kullanılmıştır. Bu veri kayıt formu, öğrencinin kimlik bilgileri, gözlenen oturum türü bilgisi, değerlendirmenin yapıldığı tarih-saat bilgisi ve deneklerin doğru, yanlış veya boş yanıtlarını kaydetmek üzere kullanılan sözlü problem çözme çizelgesi bölümlerinden oluşmaktadır.

3.7.1.3 Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi

Bu araştırmada, VRA öğretim dizisine yönelik görüşleri belirlemek üzere öğrencilerden sosyal geçerlik verileri toplanmıştır. Araştırmanın sosyal geçerliğini değerlendirmek amacıyla çalışma sonunda öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda, öğrencilere “Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi” (Instructional Materials Motivation Survey [IMMS]) (Keller, 2009) uygulanmıştır (EK 18). Bu ölçek öğrencilerin motivasyonunu ve müdahaleye ilişkin düşüncelerini değerlendirmek için kullanılmıştır. IMMS 5'li Likert ölçeği (1-Doğru Değil, 5-Çok Doğru) 36 maddeden oluşmaktadır. Bu durum, 36 maddelik ankette minimum puanın 36, maksimum puanın ise 180 olduğu ve orta noktanın 108 olduğu anlamına gelmektedir. Bu ankette, maddelerin bazılarının ters kodlanması gerektiği Keller (2009) tarafından belirtilmiştir. Ters kodlanmış maddelerin (Tablo 3.4) olumsuz bir şekilde ifade edildiği için yanıt toplamına eklenmeden önce ters çevrilmesi

gerekmektedir. Bu maddeler için 5 = 1, 4 = 2, 3 = 3, 2 = 4 ve 1 = 5 şeklinde bir kodlama yapılmıştır. Keller (2009) anketi öğrencilerin dikkati (12 madde), materyalin öğrencilerin ilgi alanlarına uygunluğu (9 madde), öğrencilerin güven düzeyi (9 madde) ve öğrencilerin materyalden memnuniyeti (6 madde) olmak üzere dört alt kategoride düzenlemiştir (bkz. Tablo 3.4). Her bir alt ölçek için minimum, maksimum ve orta noktalar farklılık göstermektedir; çünkü her kategoride aynı sayıda madde bulunmamaktadır.

Tablo 3.4 IMMS alt ölçekleri ve maddeleri

Attention (Dikkat)	Relevance (Uygunluk)	Confidence (Güven)	Satisfaction (Memnuniyet)
2	6	1	5
8	9	3*	14
11	10	4	21
12*	16	7*	27
15*	18	13	32
17	23	19*	36
20	26*	25	
22*	30	34*	
24	33	35	
28			
29*			
31*			

*Ters kodlanan maddeleri belirtir

IMMS, Keller (2009) tarafından materyallere karşı öğrenci motivasyonunu ve tepkilerini ölçmek için tasarlanmıştır. Bununla birlikte bu aracın belirli durumlara uyarlanabileceği belirtilmektedir. Maddelerin "varsayılan" ifadeleri "bu kurs" veya "bu ders" gibi ifadeler içermektedir. Bunlar, "bu ders", "bu bilgisayar tabanlı eğitim" veya "bu atölye çalışması" gibi değerlendirilen özel duruma uyacak şekilde değiştirilebilir. Bu çalışmada da VRA öğretim dizisinin uygulandığı "materyal" ve "uygulama" kelimelerine yer verilmiştir. Keller (2009) tarafından 90 üniversite öğrencisi üzerinden gerçekleştirilen güvenirlik analizlerinde ölçeğin toplamına ait iç tutarlılık alfa katsayısı 0,96 olarak hesaplanmıştır. Alt boyutlara ait güvenirlik değerleri de 0,81 ile 0,92 arasında değişiklik göstermiştir (Dikkat: 0,89, Uygunluk: 0,81, Güven: 0,90 ve Memnuniyet: 0,92). Keller tarafından deney ve kontrol gruplarına uygulanan IMMS puanları karşılaştırılarak ölçeğin geçerliğine yönelik kanıtlar bulunmuştur. Deney grubundan alınan puanların, kontrol

grubundan alınan puanlardan önemli ölçüde daha yüksek çıkması ölçeğin geçerliğine kanıt olarak sunulmuştur. Bu çalışmada katılımcıların dört alt boyuttaki maddelere vermiş oldukları cevaplar 1-5 arasında kodlanarak her alt boyuta ait ortalama değerleri hesaplanmıştır.

3.7.2 Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel veri toplama araçları olarak Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu ile Gözlem Formu kullanılmıştır. İzleyen başlıklarda, Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu ile Gözlem Formu hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.7.2.1 Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu

Newman (1977) yaptığı araştırmada öğrencilerin sözlü problemlerdeki hatalarını analiz ederek, hataları sınıflandıracak kullanışlı bir model geliştirmiştir. Newman (1977) tarafından geliştirilmiş olan “Problem Çözme Hata Analizi Envanteri” ile ilköğretim öğrencilerinin problem çözerken yaptıkları hatalar beş grupta incelenmiştir. Bunlar okuma, anlama, dönüştürme/dönüşüm, işlem/süreç becerileri ve kodlamadır (Ekici ve Demir, 2018; White, 2009). Newman öğrencilerin sözlü problemlerde yaptıkları hata türlerini belirlemek için aşağıdaki soruları yöneltmiştir:

1. Lütfen soruyu bana okuyun. Bilmediğiniz kelime varsa söyleyin. (Okuma)
2. Soru sizden ne istemiştir? Söyleyin. (Anlama)
3. Cevabı nasıl bulacaksınız? Söyleyin. (Dönüştürme/Dönüşüm)
4. Soruyu çözmek için gereken işlemleri yapar mısınız? (İşlem/Süreç becerileri)
5. Şimdi, sorunun cevabını yazın. (Kodlama) (White, 2009; Ekici ve Demir, 2018)

Mevcut araştırma kapsamında da matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerinde yapmış oldukları hatalarının ve sıklıklarının belirlenmesi amacıyla Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu (EK 19) oluşturulmuştur. Bu tablo, öğrencilerin matematiksel problem çözme süreçlerindeki hataları ve bu hataların sıklıklarını sistematik olarak değerlendirmek için kullanılmıştır.

3.7.2.2 Gözlem Formu

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme becerilerini incelemek amacıyla araştırmacı tarafından gözlem formu geliştirilmiştir (EK 20). Araştırmacı, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme becerilerini derinlemesine anlamak için geliştirilen gözlem formunu kullanarak uygulama sürecinde öğrencileri dikkatle izlemiştir.

3.8 Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumları olarak düzenlenmiştir. Bu oturumlar öğrenciler ile bire bir olarak gerçekleştirilmiş ve video kamera ile kaydedilmiştir. Ayrıca, araştırmanın uygulama sürecine başlamadan önce pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu pilot uygulama sözlü problem çözme becerisinin sanal, yarı somut, soyut aşamalarındaki öğretim programları ile ilgili karşılaşılabilecek olası problemleri belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın pilot uygulamaları ve deneysel süreci izleyen başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.8.1 Pilot Uygulama

Araştırmanın uygulama sürecine başlamadan önce, sanal, yarı somut ve soyut aşamalarındaki öğretim programının işleyişini kontrol etmek amacıyla bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama, araştırmanın deneysel aşamasından önce olası problemleri tespit etmek ve varsa gerekli düzenlemeleri yapmak amacıyla planlanmıştır. Bu pilot uygulama, öğrenme güçlüğü tanısı almış ve 12 yaşında olan bir kız öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada sanal, yarı somut ve soyut öğretim aşamalarından birer oturum olmak üzere öğretimler yapılmıştır. Pilot uygulamada sanal, yarı somut ve soyut aşama oturumlarında model olma, rehberli uygulama ve bağımsız uygulama aşamalarını içeren doğrudan öğretim yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen pilot uygulama sonuçlarına dayalı olarak, uygulamada karşılaşılan olası sorunlar ve bu sorunların çözümü için önerilen düzenlemeler belirlenmiştir. Pilot uygulama sonuçlarına dayalı olarak bu sorunların belirlenmesi ve önerilen düzenlemelerin yapılması, uygulamanın daha işlevsel hale gelmesini sağlamıştır.

3.8.2 Başlama Düzeyi Oturumları

Başlama düzeyi oturumları, uygulamaya başlamadan önce deneklerin iki aşamalı sözlü problemleri çözme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, her denek için önceden planlanmış gün ve saatlerde gerçekleştirilmiştir. Oturumlar sırasında

uygulamacı ve denek, odada karşılıklı masaya oturmuşlardır. Deneğe kayıt için kullanılacak video kamera tanıtılmıştır. Uygulamacı, bu oturum için hazırlanan iki aşamalı beş farklı sözlü problemten oluşan İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı'nı (EK 12) masanın üzerine yerleştirmiştir. Uygulamacı, bu ölçme aracını deneğin önüne koyarak ve göstererek, "Bu önündeki kağıtlarda problemler yer alıyor. Senden bu çalışmamızda buradaki problemleri çözmeni isteyeceğim. Ancak öncesinde gel, birlikte bu kağıtları inceleyelim." diyerek deneğin dikkatini çalışma kağıdına çekmiş ve deneğin bu çalışma kağıdını incelemesine izin vermiştir. Ardından, "Şimdi sana bazı problemler soracağım ve bunları cevaplamanı isteyeceğim. Problemleri okurken istediğin yerleri çizebilir ve notlar alabilirsin. Hazır olduğunda başlayabiliriz." demiş ve "Hazır mısın, başlayalım mı?" şeklinde sorduktan sonra deneğin hazır hale gelmesini beklemiştir. Denek, sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu ifade ettiğinde uygulamacı tarafından "Çok güzel, o zaman başlayalım." diyerek sözlü olarak pekiştirilmiştir. Uygulamacı, deneğe "Bu problemleri sesli bir şekilde düşünerek çöz." şeklinde beceri yönergesini sunmuştur. Uygulamacı, öğrencinin yönerge verildikten sonra problemi okumasının ardından bir dakika süre boyunca cevap vermesini beklemiş ve eğer denek tepki vermemişse, "Sonraki problemi çöz." yönergesini sunmuştur. Öğrencinin doğru veya yanlış tepkide bulunmasından sonra araştırmacı öğrenciye herhangi bir geri bildirim sunmamıştır. Öğrenci çalışma kağıdına işaretlemelerini tamamladıktan sonra araştırmacı öğrenciye teşekkür ederek ve önceden belirlenen pekiştireçleri sunarak başlama düzeyi oturumunu sonlandırmıştır. Başlama düzeyi evresinde alınan yoklama oturumları, her bir denek için açıklanan şekilde yürütülmüştür.

Başlama düzeyi evresinde deneklerin her biri için en az beş oturum düzenlenmiştir. Her bir oturumda, her bir denek için iki aşamalı beş farklı sözlü problem sunulmuştur. Başlama düzeyinde yer alan oturumlarda deneklere herhangi bir geri bildirim sunulmamıştır. Başlama düzeyi oturumlarına ilk olarak birinci denekle başlanmıştır. Diğer deneklerde ard-zamanlılık ilkesine uygun olarak yoklama deneme oturumlarının düzenlemesi yoluyla başlama düzeyi oturumları tamamlanmıştır. Başlama düzeyinden müdahaleye geçme ölçütü, başlama düzeyi boyunca sıfır hızlanma veya istikrarlı bir şekilde yavaşlama eğilimi gösteren verilerin %80'inin ortancanın %25'i aralığında bulunmasıdır (Gast ve Ledford, 2014).

3.8.3 Uygulama Oturumları

Başlama düzeyi verisi toplamak için gerçekleştirilen yoklama oturumlarında birinci öğrenci ile kararlı veri elde edildikten sonra uygulama oturumlarına geçilmiştir. Uygulama oturumlarında matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerilerini öğretmek amacıyla sanal-yarı somut ve soyut aşamalardan oluşan VRA öğretim dizisi kullanılmıştır. Bu öğretim dizisi, alan yazında yer alan çalışmalar ile tutarlı olarak (Bouck ve ark., 2017; Park ve ark., 2021), araştırma sürecinde öğrencilere doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulamalar ve bağımsız uygulamalar aşamalarına göre sunulmuştur.

Katılımcılar, sanal, yarı somut ve soyut aşamalardaki her oturumda %80 veya daha yüksek bir başarı elde ettiklerinde (%80 başarı ölçütü olarak belirlenmiştir), öğrenci bu aşamalarda aşırı öğrenmenin bir parçası olarak iki oturum daha tamamlamıştır. Alan yazında yer alan VRA öğretim dizisi çalışmalarında (Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018), araştırmacılar her aşamada (sanal, yarı somut ve soyut) üç oturum gerçekleştirmiş ve toplamda en az dokuz oturumda %80 ve üzeri başarı elde etmişlerdir. Bu çalışmada aşırı öğrenme kavramına yer verilmiş ve bu nedenle her aşama için iki ek oturum eklenmiştir. Böylece her aşamada toplamda en az beş oturum ve toplamda en az 15 uygulama oturumu gerçekleştirilmiştir. Bu iki aşırı öğrenme oturumu için başarı ölçütü %100 olarak belirlenmiştir. Her katılımcı ilk üç oturumda %80 ya da daha yüksek ve son iki oturumda %100 doğruluk elde ettiğinde (aşırı öğrenme), bir sonraki VRA öğretim dizisinin aşamasına geçebilmiştir (örn. bkz. Hagman ve Rose, 1983). Bir öğrenci ilk üç oturumda belirlenen hedef beceri için %80 doğruluk oranına ulaşamazsa, öğrenci bir sonraki oturumda dersi tekrar etmiştir (örn., Mancl ve ark., 2012). Aynı şekilde, bir öğrenci aşırı öğrenme uygulama oturumlarında %100'e ulaşamazsa, öğrenci bir sonraki oturumda dersi tekrar etmiştir. Uygulama oturumları VRA öğretim dizisinin üç farklı aşamasına göre ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

3.8.3.1 Sanal Aşama Uygulama Oturumları

Sanal aşamada araştırmacı, problem çözme becerisini göstermek için sanal bir manipülatif olan Brainingcamp uygulamasını (2017) kullanmıştır. Problem çözme becerisinin sanal öğretim aşamasında kullanılan sanal manipülatif uygulaması, öğrencilere doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli

uygulamalar ve bağımsız uygulamalar aşamalarına göre bilgisayar aracılığıyla sunulmuştur. Araştırmacı, öğretim için gereken araç-gereçleri (bilgisayar, video kamera, veri kayıt formları, pekiştireçler vb.) hazırladıktan sonra bilgisayardaki sanal manipülatif uygulamasına erişim sağlamıştır. Bilgisayarda sanal manipülatif uygulaması açıldıktan sonra araştırmacı ve öğrenci yan yana oturmuşlardır. Araştırmacı, öğrenciden oturumu video kamera ile kaydetmek için izin aldıktan sonra bilgisayarı öğrenciye göstermiştir. Öğrencinin bilgisayara bakmasına ve sanal manipülatif uygulamasını incelemesine fırsat vererek, oturuma hazırlanmasını beklemiştir. Araştırmacı, öğrenciye problem çözme becerisinin önemini ve kullanım alanlarını anlatarak oturumun amacını ve önemini vurgulamıştır. Araştırmacı daha sonra uygulamanın sonunda vereceği pekiştireci öğrenciye söyleyerek “Şimdi seninle problemleri bu bilgisayarı kullanarak çözeceğiz, hazır mısın?” şeklinde bir ifade kullanarak öğrencinin dikkatini çekmiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttiğinde araştırmacı “Harika, o zaman başlayalım.” diyerek sözel olarak pekiştirmiş ve ilk problemi doğrudan öğretim yönteminin ilk aşaması olan model olma aşamasına göre çözmeye başlamıştır.

Araştırmacı, problem çözme becerisi uygulama oturumunda iki problemi doğrudan öğretim yönteminin model olma aşamasını kullanarak çözmüştür. Model olma aşamasında araştırmacı, öğrenciye “Şimdi beni dikkatle izle” demiş ve masanın üzerindeki bilgisayarı kullanarak iki problemin çözüm sürecini göstermiştir. Bu aşamada araştırmacı, problem çözme sürecini sesli bir şekilde açıklamıştır. Bu şekilde, araştırmacı iki problemi çözme sürecinde öğrenciye model olmuştur. Araştırmacı ilk iki işlemde öğrenciye model olduktan sonra rehberli uygulamalar aşamasına geçmiştir. Araştırmacı, öğrenciye “Şimdi birlikte yapalım” demiş ve öğrenci ile birlikte bilgisayarı kullanarak iki problemi çözmüşlerdir. Öğrenci, bilgisayarı kullanarak problemlerin sonuçlarını bulmaya çalışmıştır. Araştırmacı, öğrencinin ihtiyaç duyduğu noktalarda ipuçları sunarak yardımcı olmuş ve ayrıca geri bildirim de sağlamıştır. Öğrenci problemi doğru bir şekilde çözdüğünde, araştırmacı olumlu bir ifade kullanmıştır. Ancak öğrenci problemi doğru çözemediğinde, araştırmacı hatayı kaydetmiş ve rehberli uygulamalar aşamasında doğru çözümü göstermiştir (Mercer ve Miller, 1992). Bu aşamada araştırmacı, öğrencinin problem çözme becerisini bağımsız bir şekilde kazanabilmesi için öğrenciden desteğini kademeli olarak çekmiştir. Rehberli

uygulamalar aşaması sona erdiğinde araştırmacı, öğrenciye "Şimdi sıra sende" demiş ve öğrenciden bilgisayarı kullanarak beş problemi bağımsız olarak çözmesini istemiştir. Öğrenci sanal manipülatifleri kullanarak beş problemi bağımsız bir şekilde çözdükten sonra, araştırmacı daha önce "Pekiştirme Belirleme Formu" (EK 11) ile kararlaştırdığı ödülü öğrenciye vererek oturumu sonlandırmıştır.

3.8.3.2 Yarı Somut Aşama Uygulama Oturumları

Yarı somut aşamada araştırmacı, problem çözme becerisini göstermek için çizgi, daire veya kare çizimlerini kullanmıştır. Bu aşamada problem çözme becerisi, öğrencilere doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulamalar ve bağımsız uygulamalar aşamalarına göre sunulmuştur. Araştırmacı, öğretim için gereken araç-gereçleri (video kamera, veri kayıt formları, kağıt, kalem, silgi ve pekiştireçler vb.) hazırladıktan sonra araştırmacı ve öğrenci yan yana oturmuşlardır. Araştırmacı, öğrenciden oturumu video kamera ile kaydetmek için izin aldıktan sonra çalışma kağıtlarını öğrenciye göstermiştir. Öğrencinin çalışma kağıtlarını incelemesine fırsat vererek, oturuma hazırlanmasını beklemiştir. Araştırmacı, öğrenciye problem çözme becerisinin önemini ve kullanım alanlarını anlatarak oturumun amacını ve önemini vurgulamıştır. Araştırmacı daha sonra uygulamanın sonunda vereceği pekiştireci öğrenciye söyleyerek "Şimdi seninle problemleri çizgi, daire veya kare çizimlerini kullanarak çözeceğiz, hazır mısın?" şeklinde bir ifade kullanarak öğrencinin dikkatini çekmiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttiğinde araştırmacı "Harika, o zaman başlayalım." diyerek sözel olarak pekiştirmiş ve ilk problemi doğrudan öğretim yönteminin ilk aşaması olan model olma aşamasına göre çözmeye başlamıştır.

Araştırmacı, problem çözme becerisi uygulama oturumunda iki problemi doğrudan öğretim yönteminin model olma aşamasını kullanarak çözmüştür. Model olma aşamasında araştırmacı, öğrenciye "Şimdi beni dikkatle izle" demiş ve çizimleri kullanarak iki problemin çözüm sürecini göstermiştir. Bu aşamada araştırmacı, problem çözme sürecini sesli bir şekilde açıklamıştır. Bu şekilde, araştırmacı iki problemi çözme sürecinde öğrenciye model olmuştur. Araştırmacı ilk iki işlemde öğrenciye model olduktan sonra rehberli uygulamalar aşamasına geçmiştir. Araştırmacı, öğrenciye "Şimdi birlikte yapalım" demiş ve öğrenci ile birlikte çizimleri kullanarak iki problemi birlikte çözmüşlerdir. Öğrenci, bilgisayarı kullanarak problemlerin sonuçlarını bulmaya çalışmıştır. Araştırmacı, öğrencinin

ihtiyaç duyduğu noktalarda ipuçları sunarak yardımcı olmuş ve ayrıca geri bildirim de sağlamıştır. Öğrenci problemi doğru bir şekilde çözdüğünde, araştırmacı olumlu bir ifade kullanmıştır. Ancak öğrenci problemi doğru çözemediğinde, araştırmacı hatayı kaydetmiş ve rehberli uygulamalar aşamasında doğru çözümü göstermiştir (Mercer ve Miller, 1992). Bu aşamada araştırmacı, öğrencinin problem çözme becerisini bağımsız bir şekilde kazanabilmesi için öğrenciden desteğini kademeli olarak çekmiştir. Rehberli uygulamalar aşaması sona erdiğinde araştırmacı, öğrenciye "Şimdi sıra sende" demiş ve öğrenciden bilgisayarı kullanarak beş problemi bağımsız olarak çözmesini istemiştir. Öğrenci çizimleri kullanarak beş problemi bağımsız bir şekilde çözdükten sonra, araştırmacı daha önce "Pekiştirme Belirleme Formu" (EK 11) ile kararlaştırdığı ödülü öğrenciye vererek oturumu sonlandırmıştır.

3.8.3.3 Soyut Aşama Uygulama Oturumları

Sanal aşamada araştırmacı, problem çözme becerisini göstermek için çalışma kağıtlarını kullanmıştır. Bu aşamada, problem çözme becerisi, öğrencilere doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulamalar ve bağımsız uygulamalar aşamalarına göre çalışma kağıtları aracılığıyla sunulmuştur. Araştırmacı, öğretim için gereken araç-gereçleri (video kamera, veri kayıt formları, çalışma kağıtları, kalem, silgi ve pekiştireçler vb.) hazırladıktan sonra araştırmacı ve öğrenci yan yana oturmuşlardır. Araştırmacı, öğrenciden oturumu video kamera ile kaydetmek için izin aldıktan sonra bilgisayarı öğrenciye göstermiştir. Öğrencinin bilgisayara bakmasına ve çalışma kağıtlarını incelemesine fırsat vererek, oturuma hazırlanmasını beklemiştir. Araştırmacı, öğrenciye problem çözme becerisinin önemini ve kullanım alanlarını anlatarak oturumun amacını ve önemini söylemiştir. Araştırmacı daha sonra uygulamanın sonunda vereceği pekiştireci öğrenciye söyleyerek "Şimdi sizinle problemleri bu çalışma kağıtlarını kullanarak çözeceğiz, hazır mısınız?" şeklinde bir ifade kullanarak öğrencinin dikkatini çekmiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttiğinde araştırmacı "Harika, o zaman başlayalım." diyerek sözel olarak pekiştirmiş ve ilk problemi doğrudan öğretim yönteminin ilk aşaması olan model olma aşamasına göre çözmeye başlamıştır.

Araştırmacı, problem çözme becerisi uygulama oturumunda iki problemi doğrudan öğretim yönteminin model olma aşamasını kullanarak çözmüştür. Model olma aşamasında araştırmacı, öğrenciye "Şimdi beni dikkatle izle" demiş ve

masanın üzerindeki çalışma kağıtlarını kullanarak iki problemin çözüm sürecini göstermiştir. Bu aşamada araştırmacı, problem çözme sürecini sesli bir şekilde açıklamıştır. Bu şekilde, araştırmacı iki problemi çözme sürecinde öğrenciye model olmuştur. Araştırmacı ilk iki işlemde öğrenciye model olduktan sonra rehberli uygulamalar aşamasına geçmiştir. Araştırmacı, öğrenciye "Şimdi birlikte yapalım" demiş ve öğrenci ile birlikte çalışma kağıtlarını kullanarak iki problemi birlikte çözmüşlerdir. Öğrenci, çalışma kağıtlarında yer alan problemlerin sonuçlarını bulmaya çalışmıştır. Araştırmacı, öğrencinin ihtiyaç duyduğu noktalarda ipuçları sunarak yardımcı olmuş ve ayrıca geri bildirim de sağlamıştır. Öğrenci problemi doğru bir şekilde çözdüğünde, araştırmacı olumlu bir ifade kullanmıştır. Ancak öğrenci problemi doğru çözemediğinde, araştırmacı hatayı kaydetmiş ve rehberli uygulamalar aşamasında doğru çözümü göstermiştir (Mercer ve Miller, 1992). Bu aşamada araştırmacı, öğrencinin problem çözme becerisini bağımsız bir şekilde kazanabilmesi için öğrenciden desteğini kademeli olarak çekmiştir. Rehberli uygulamalar aşaması sona erdiğinde araştırmacı, öğrenciye "Şimdi sıra sende" demiş ve öğrenciden çalışma kağıtlarında yer alan beş problemi bağımsız olarak çözmesini istemiştir. Öğrenci beş problemi bağımsız bir şekilde çözdükten sonra, araştırmacı daha önce "Pekiştirme Belirleme Formu" (EK 11) ile kararlaştırdığı ödüllü öğrenciye vererek oturumu sonlandırmıştır.

Uygulama evresinde yoklama oturumları, uygulama oturumlarından önce öğrencilerin iki aşamalı sözlü problemlerdeki performanslarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yoklama oturumları, öğrencilerin öğretim aşamalarına göre farklı materyaller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öğrenci sanal aşamadaysa sanal manipülatif uygulaması, yarı somut aşamadaysa çizimler ve soyut aşamadaysa çalışma kağıtları kullanılarak yoklama verisi toplanmıştır. Yoklama oturumlarında öğrenciler, sanal, yarı somut ve soyut aşamalardaki her oturumda %80 veya daha yüksek bir başarı elde ettiklerinde (%80 başarı ölçütü olarak belirlenmiştir.), öğrenci bu aşamalarda aşırı öğrenmenin bir parçası olarak iki oturum daha tamamlamıştır. Alan yazında yer alan VRA öğretim dizisi çalışmalarında, araştırmacılar her aşamada (sanal, yarı somut ve soyut) üç oturum gerçekleştirmiş ve toplamda en az dokuz oturumda %80 ve üzeri başarı elde etmişlerdir (Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018). Bu çalışmada aşırı öğrenme kavramına yer verilmiş ve bu nedenle her aşama için iki ek oturum eklenmiştir. Böylece her aşamada toplamda en az beş oturum ve toplamda en az 15 uygulama oturumu

gerçekleştirilmiştir. Bu iki aşırı öğrenme oturumu için başarı ölçütü %100 olarak belirlenmiştir. Her katılımcı ilk üç oturumda %80 ya da daha yüksek ve son iki oturumda %100 doğruluk elde ettiğinde (aşırı öğrenme), bir sonraki VRA öğretim dizisinin aşamasına geçebilmiştir (örn. bkz. Hagman ve Rose, 1983). Bir öğrenci ilk üç oturumda belirlenen hedef beceri için %80 doğruluk oranına ulaşamazsa, öğrenci bir sonraki oturumda dersi tekrar etmiştir (örn., Mancl ve ark., 2012). Aynı şekilde, bir öğrenci aşırı öğrenme uygulama oturumlarında %100'e ulaşamazsa, öğrenci bir sonraki oturumda dersi tekrar etmiştir. Yoklama oturumları izleyen paragraflarda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Sanal aşamada yoklama oturumlarında, araştırmacı öğrenciden kamera kaydı için izin aldıktan sonra kaydı başlatmıştır. Araştırmacı ve öğrenci yan yana olacak şekilde oturduktan sonra beş adet problemin yer aldığı çalışma kağıdını ve bilgisayarı öğrenciye göstererek “Çalışma kağıtlarına ve bilgisayara birlikte bakalım mı?” diyerek dikkat sağlayıcı ipucunu sunmuştur. Öğrencinin dikkati bilgisayara çekildikten sonra araştırmacı öğrencinin bilgisayara bakmasına izin vermiştir ve “Senden problemi çözmeni istediğimde, problemleri çözerek bulduğun sonucu yazmanı istiyorum, hazır mısın?” dedikten sonra öğrencinin çalışmaya hazır hale gelmesini beklemiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttikten sonra araştırmacı öğrenciden problemleri çözmesini istemiştir. Bu yoklamalarda öğrenciye problemleri çözmesi konusunda hiçbir ipucu verilmemiştir. Bir başka deyişle öğrenci işlemlere doğru tepki gösterdiğinde ya da yanlış tepki gösterdiğinde öğrenciye hiçbir tepkide bulunulmamış ve yansız davranılmıştır. Oturum sonunda öğrenciye “Derse çok güzel katıldığın ve benim söylediklerimi yaptığın için teşekkür ederim” denilerek öğrencinin işbirliği pekiştirilmiştir. Öğrencinin doğru tepkileri “+”, yanlış tepkileri “-” işareti ile veri kayıt formlarına işlenmiştir.

Yarı somut aşamada yoklama oturumlarında, araştırmacı öğrenciden kamera kaydı için izin aldıktan sonra kaydı başlatmıştır. Araştırmacı ve öğrenci yan yana olacak şekilde oturduktan sonra beş adet problemin yer aldığı çalışma kağıdını öğrenciye göstererek “Çalışma kağıtlarına birlikte bakalım mı?” diyerek dikkat sağlayıcı ipucunu sunmuştur. Öğrencinin dikkati çalışma kağıtlarına çekildikten sonra araştırmacı öğrencinin çalışma kağıtlarına bakmasına izin vermiştir ve “Senden problemini çözmeni istediğimde, problemi çizimler kullanarak çözmeni istiyorum, hazır mısın?” dedikten sonra öğrencinin çalışmaya hazır hale gelmesini

beklemiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttiikten sonra araştırmacı öğrenciden problemleri çözmesini istemiştir. Bu yoklamalarda öğrenciye problemleri çözmesi konusunda hiçbir ipucu verilmemiştir. Bir başka deyişle öğrenci işlemlere doğru tepki gösterdiğinde ya da yanlış tepki gösterdiğinde öğrenciye hiçbir tepkide bulunulmamış ve yansız davranılmıştır. Oturum sonunda öğrenciye “Derse çok güzel katıldığın ve benim söylediklerimi yaptığın için teşekkür ederim” denilerek öğrencinin işbirliği pekiştirilmiştir. Öğrencinin doğru tepkileri “+”, yanlış tepkileri “-” işareti ile veri kayıt formlarına işlenmiştir.

Soyut aşamada yoklama oturumlarında, araştırmacı öğrenciden kamera kaydı için izin aldıktan sonra kaydı başlatmıştır. Araştırmacı ve öğrenci yan yana olacak şekilde oturduktan sonra beş adet problemin yer aldığı çalışma kağıdını öğrenciye göstererek “Çalışma kağıtlarına birlikte bakalım mı?” diyerek dikkat sağlayıcı ipucunu sunmuştur. Öğrencinin dikkati çalışma kağıtlarına çekildikten sonra araştırmacı öğrencinin çalışma kağıtlarına bakmasına izin vermiştir ve “Senden problemini çözmeni istediğimde, problemi çözerek bulduğun sonucu yazmanı istiyorum, hazır mısın?” dedikten sonra öğrencinin çalışmaya hazır hale gelmesini beklemiştir. Öğrenci, sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttiikten sonra araştırmacı öğrenciden problemleri çözmesini istemiştir. Bu yoklamalarda öğrenciye problemleri çözmesi konusunda hiçbir ipucu verilmemiştir. Bir başka deyişle öğrenci işlemlere doğru tepki gösterdiğinde ya da yanlış tepki gösterdiğinde öğrenciye hiçbir tepkide bulunulmamış ve yansız davranılmıştır. Oturum sonunda öğrenciye “Derse çok güzel katıldığın ve benim söylediklerimi yaptığın için teşekkür ederim” denilerek öğrencinin işbirliği pekiştirilmiştir. Öğrencinin doğru tepkileri “+”, yanlış tepkileri “-” işareti ile veri kayıt formlarına işlenmiştir.

3.8.4 Genelleme Oturumları

Araştırmada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerinin üç aşamalı problem çözme becerilerine genelleme etkisini incelemek için genelleme oturumları gerçekleştirilmiştir. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için genelleme oturumları beş adet üç aşamalı problemin yer aldığı çalışma kağıtları kullanılarak ve yoklama oturumlarıyla eş zamanlı olarak düzenlenmiştir. Genelleme oturumları izleyen paragrafta açıklandığı şekilde yürütülmüştür.

Genelleme oturumlarında öğrenciler ve öğretmenleri sınıflarında bulunan çalışma masasının önüne gelerek yanyana oturmuşlardır. Öğretmenler araştırmacının önceden hazırlamış olduğu çalışma kâğıdını öğrencinin önüne koyarak “Problemlerin yer aldığı çalışma kâğıdım var, bakalım mı?” diyerek dikkat sağlayıcı ipucunu sunmuştur. Öğrencinin dikkati çalışma kâğıdına çekildikten sonra öğretmen “Senden problemleri çözmeni istediğimde, problemi çözerek bulduğun sonucu yazmanı istiyorum, hazır mısın?” diyerek öğrencinin çalışmaya hazır hale gelmesini beklemiştir. Öğrenci sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttikten sonra araştırmacı öğrenciden çalışma kâğıdında yer alan problemleri çözmesini istemiştir. Bu oturumlarda araştırmacı öğrenciye problemlerin çözüm süreci ile ilgili hiçbir ipucu vermemiştir. Bir başka deyişle öğrenci işlemlere doğru tepki gösterdiğinde ya da yanlış tepki gösterdiğinde öğrenciye hiçbir tepkide bulunulmamış ve yansız davranılmıştır. Oturum sonunda araştırmacı öğrenciye “Derse çok güzel katıldığın ve benim söylediklerimi yaptığın için teşekkür ederim” diyerek öğrencinin işbirliğini pekiştirmiştir. Öğrencinin doğru tepkileri “+”, yanlış tepkileri “-” işareti ile araştırmacı tarafından veri kayıt formlarına işlenmiştir.

3.8.5 İzleme Oturumları

İzleme oturumları, uygulama oturumları bittikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu oturumlar öğrencilere sözlü problem çözme becerileri öğretildikten sonra öğrendiklerini ne düzeyde koruduklarını değerlendirmek amacıyla düzenlenmiştir. İzleme oturumlarında beş adet problemin yer aldığı çalışma kâğıtları kullanılmıştır. Bu oturumlar izleyen paragrafta açıklandığı şekilde yürütülmüştür.

Araştırmacı öğrenciden kamera kaydı için izin aldıktan sonra kaydı başlatmıştır. Araştırmacı ve öğrenci yan yana olacak şekilde oturmuş, öğrenciye üzerinde beş adet problemin olduğu çalışma kâğıdını göstererek “Problemlerin yer aldığı çalışma kâğıdım var, bakalım mı?” diyerek dikkat sağlayıcı ipucunu sunmuştur. Öğrencinin dikkati çalışma kâğıdına çekildikten sonra araştırmacı öğrencinin çalışma kâğıdına bakmasına izin vermiştir ve “Senden problemleri çözmeni istediğimde, problemleri çözerek bulduğun sonucu yazmanı istiyorum, hazır mısın?” dedikten sonra öğrencinin çalışmaya hazır hale gelmesini beklemiştir. Öğrenci sözel ifadelerle ve/veya jest mimikleriyle hazır olduğunu belirttikten sonra araştırmacı öğrenciden çalışma kâğıdında yer alan problemleri çözmesini istemiştir.

Bu yoklamalarda öğrenciye problem çözme süreci ile ilgili hiçbir ipucu verilmemiştir. Bir başka deyişle öğrenci problemlere doğru tepki gösterdiğinde ya da yanlış tepki gösterdiğinde öğrenciye hiçbir tepkide bulunulmamış ve yansız davranılmıştır. Oturum sonunda öğrenciye “Derse çok güzel katıldığın ve benim söylediklerimi yaptığın için teşekkür ederim” denilerek öğrencinin işbirliği pekiştirilmiştir. Öğrencinin doğru tepkileri “+”, yanlış tepkileri “-” işareti ile veri kayıt formlarına işlenmiştir.

3.8.6 Sosyal Geçerlik

Mevcut araştırmada, sosyal geçerlik verileri elde etmek üzere öğrencilerden veriler toplanmıştır. Bu amaçla, öğrencilere Keller (2009) tarafından geliştirilen 36 maddelik “Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi” uygulanmıştır (EK 18). Öğretim oturumları sona erdikten sonra öğrencilerin devam ettiği kurumda bir araya gelerek öğrencilerin anketteki maddelere Likert tipi yanıtlar üzerinden cevaplamaları için anket formu dağıtılmıştır. Öğrencilerin anketi doldurmaları yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Öğrencilerin ankette vermiş oldukları yanıtlar daha sonra bir excel dosyasına kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, çalışmanın sosyal geçerlik analizleri için kullanılmıştır.

3.9 Verilerin Toplanması

Araştırmada, etkililik verileri ve sosyal geçerlik verileri olmak üzere nicel veriler toplanmıştır. Ayrıca, araştırma sürecinde hata analizine ve gözleme dayalı nitel veriler de toplanmıştır. Bu nicel ve nitel veri toplama süreçleri, araştırmanın izleyen başlıklarında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.9.1 Nicel Verilerin Toplanması

Bu araştırmada etkililik verileri (edinim, genelleme ve izleme) ve sosyal geçerlik verileri olmak üzere iki tür nicel veri toplanmıştır. İzleyen başlıklarda araştırmanın veri toplama süreçleri açıklanmıştır.

3.9.1.1 Etkililik Verilerinin Toplanması (Edinim, Genelleme ve İzleme)

Bu çalışmada araştırmacı tarafından sunulan VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme gücü olan öğrencilerin hedef akademik becerilerini sergileme düzeylerini belirlemek amacıyla İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı (EK 12) ve Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı (EK 13) kullanılmıştır. Yoklama oturumlarında öğrencilerin göstermiş olduğu tepkiler Sözlü Problem Çözme Veri Kayıt Formu’na (EK 14)

kaydedilmiştir. Öğrencilerin hedef akademik becerileri sergileme düzeylerinin belirlenmesi için veri toplama formlarına doğru tepkileri için “+”, yanlış tepkileri ya da tepkide bulunmama davranışları (boş bırakma) için “-” işareti konmuştur. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için genelleme verileri edinim ve izleme verilerinin toplandığı yoklama oturumları sırasında eş zamanlı olarak toplanmıştır.

3.9.1.2 Sosyal Geçerlik Verilerinin Toplanması

Tek denekli araştırma desenleriyle yürütülen bir çalışma, hedeflenen becerinin gerçekleşme düzeyini ölçmenin yanı sıra araştırmanın toplumsal etkilerini ve önemini de göz önünde bulundurmalıdır. Bu nedenle, sosyal geçerlik kavramı büyük bir önem taşımaktadır (Kazdın, 2011). Sosyal geçerlik, bir ölçme aracının veya araştırmanın toplumsal bağlamda anlamlı ve kabul edilebilir olma derecesini ifade etmektedir (Van Houten, 1979). Bu çalışmada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerden uygulama sonrası sosyal geçerlik verileri, yüz yüze yapılan birebir görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Sosyal geçerlik verileri, EK 18'de yer alan anket aracılığıyla toplanmıştır. Bu anket araştırmacı tarafından kurumlarda uygulanmıştır.

3.9.2 Nitel Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme süreçlerinde gerçekleştirdikleri hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin çözdükleri problemler üzerinde ayrıntılı hata analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma sırasında, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde yapmış oldukları hata türlerini tanımlamak için İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı (EK 12) kullanılmış ve elde edilen veriler, Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu'na (EK 19) kaydedilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler ile öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerinde yapmış oldukları hata türleri belirlenmiş ve VRA öğretim dizisinin bu hataları azaltmadaki rolüne ilişkin daha ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır.

Ayrıca, araştırma sürecini desteklemek amacıyla gerçekleştirilen gözlem, öğrencilerin problem çözme süreçlerini ayrıntılı bir şekilde inceleme imkanı sağlamıştır. Bu gözlem, öğrencilerin problem çözme aşamalarını daha derinlemesine anlamak için kullanılmıştır ve araştırmanın daha geniş bir bakış

açısına sahip olmasına önemli katkı sağlamıştır. Gözlem verileri, araştırma sürecine destek vermek amacıyla hazırlanan Gözlem Formu'na (EK 20) ayrıntılı bir şekilde kaydedilmiştir. Dolayısıyla, öğrencilerin problem çözme süreçlerine ilişkin daha kapsamlı ve ayrıntılı bir görünüm elde edilmiştir.

3.10 Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında, nicel verilerin analizi olarak etkililik verileri (edinim, izleme ve genelleme) ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu analizler, öğrencilerin problem çözme süreçlerine yönelik elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesini içermektedir. Ayrıca, sosyal geçerlik verileri de nicel verilerin analizi başlığı altında sunulmuştur. Bu verilerin istatistiksel işlemleri ve sonuçları ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Diğer yandan, nitel verilerin analizi olarak içerik analizi uygulanmıştır. Bu yöntem, öğrencilerin problem çözme süreçlerini daha derinlemesine anlamak için kullanılmıştır. Nicel ve nitel verilerin analizine yönelik detaylı bilgi izleyen başlıklarda sunulmuştur.

3.10.1 Nicel Verilerin Analizi

Bu çalışmada etkililik verilerinin (edinim, izleme ve genelleme) analizi ve sosyal geçerlik verilerinin analizi olmak üzere iki farklı türde veri analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen veri analizleri aşağıdaki başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

3.10.1.1 Etkililik Verilerinin Analizi (Edinim, Genelleme ve İzleme)

Verileri analiz etmek için her bir oturumda toplanan veriler ilk olarak grafiğe dönüştürülmüştür ve verilerin görsel analizi yapılmıştır. Kararlılık analizi için 80-25 kuralı uygulanmıştır; yani verilerin %80'i ortancanın %25'i içinde kalıyorsa veriler kararlı kabul edilmiştir (Gast ve Spriggs, 2014). Eğilimi analiz etmek için ortadan bölme yöntemi uygulanmıştır (White ve Haring, 1980). Ortadan bölme yönteminde önce orta nokta, ardından da her bir aşama için (örn. başlama düzeyi, müdahale) orta oran (mid-rate) ve orta oturum (mid-date) tespit edilmiştir. Daha sonra orta oran ve orta oturum arasında bir çizgi çizilerek çizginin hızlanan, yavaşlayan ya da sıfır hızlanan bir çizgi olup olmadığına karar verilmiştir (Gast ve Spriggs, 2014).

Etki büyüklüğünü analiz etmek ve görsel analizi desteklemek için başlama düzeyi düzeltilmiş Tau (baseline corrected Tau; Tarlow, 2016) katsayısı hesaplanmıştır. Bu çalışmada tek denekli araştırmalarda kabul edilebilir bir etki

büyükülüğü ölçütü olarak artan yaygınlığı ve örtüşme gibi diğer etki büyükülüğü ölçütlerinin sınırlılıklarının üstesinden gelme becerisi nedeniyle Tau seçilmiştir (Şen ve Şen, 2019; Şen 2022; Tarlow, 2016). Mevcut çalışmada, başlama düzeyi ile uygulama ve başlama düzeyi ile izleme arasında olmak üzere her öğrenci için iki tane Tau değeri hesaplanmıştır. Etki büyükülüğü hesaplamaları için Tarlow (2016) tarafından geliştirilen çevrimiçi Tau hesaplayıcısı (bkz. <https://ktarlow.com/stats/tau/>) kullanılmıştır. Alan yazında başlama düzeyi düzeltilmiş Tau değeri için önerilen kesin ölçütler bulunmamaktadır. Bu çalışmada etki büyükülüğünü yorumlamak için Tau-U için standart sınırlar olan %65'e eşit ya da daha azını küçük etki, %66-92 arasını orta etki ve %93 ve üzerini de büyük etki olarak kullanılmıştır (Parker ve ark., 2009).

3.10.1.2 Sosyal Geçerlik Verilerinin Analizi

Bu araştırmada, öğrencilerin VRA öğretim dizisine yönelik görüşlerini belirlemek üzere Keller (2009) tarafından geliştirilen Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi kullanılarak sosyal geçerlik verileri toplanmıştır. Üç öğrenciye uygulanan anket üzerinden elde edilen veriler bir Excel dosyasına kaydedilmiştir. 5'li Likert ölçeğinde hazırlanmış olan maddelere öğrencilerin verdikleri cevaplara göre 1 ile 5 arasında değişen değerler (1-Doğru Değil, 5-Çok Doğru) atanmıştır. Ölçme aracında yer alan bazı maddeler olumsuz bir şekilde ifade edildiği için analizlere başlamadan önce ters çevrilmesi gerekmektedir. Yani, bu maddeler için $5 = 1$, $4 = 2$, $3 = 3$, $2 = 4$ ve $1 = 5$ şeklinde bir kodlama yapılmıştır. Ters kodlama işlemi tamamlandıktan sonra her öğrenci için alt ölçeklere verilen cevaplar Excel dosyası içerisinde sınıflandırılarak bir tablo oluşturulmuştur. Daha sonra her öğrencinin alt ölçeklere ait ortalama puanları hesaplanmıştır. Her bir alt ölçeğe ait maddelere verilen yanıtlar toplanmış daha sonra madde sayısına bölünerek 1 ile 5 arasında değişen bir ortalama değer hesaplanmıştır.

3.10.2 Nitel Verilerin Analizi

Mevcut araştırmada, nitel verilerin analizi için içerik analizi yöntemiyle derinlemesine bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, araştırma verileri özenle toplanmış, hazırlanmış ve kodlanmıştır. Araştırmacı, araştırma sorularını yanıtlamak ve hedefleri doğrultusunda anlamlı temaları ve desenleri belirlemek amacıyla önceden tanımlanmış kategoriler veya kodlar kullanmıştır. Verilerin analizi sırasında, her bir veri ögesinin bu kategorilere veya kodlara uygunluğu dikkatlice değerlendirilmiş ve analiz sonuçları, araştırma sorularına ve amaçlarına

göre anlamlı bir şekilde yorumlanmıştır. Bu analiz süreci, mevcut araştırmanın temel bulgularının açığa çıkarılmasına katkı sağlamış ve araştırma konusundaki anlayışın derinleştirilmesine olanak tanımıştır. Sonuçlar, araştırmada ayrıntılı bir şekilde sunulmuş ve gelecekteki çalışmalara yol gösteren önemli katkılar sağlamıştır.

3.11 Geçerlik

Araştırmanın nicel, nitel ve karma boyutlarına ilişkin geçerlik analizleri, araştırmanın metodolojik yaklaşımını daha sağlam bir temele oturtmak amacıyla titizlikle yürütülmüştür. Bu analizlerin sonuçları, araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği açısından önemli bilgiler sunmaktadır. İzleyen başlıklarda bu konu ile ilgili daha detaylı bir bilgi verilmiştir.

3.11.1 Nicel Verilerde İç ve Dış Geçerlik

İç geçerlik, bir araştırma çalışmasının içindeki neden-sonuç ilişkilerinin güçlü ve güvenilir bir şekilde ölçüldüğünü ifade eden bir kavramdır ve araştırma sonuçlarının tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada iç geçerliği olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülen olası etmenler önceden araştırmacı tarafından tanımlanmıştır. Bu etmenleri kontrol altına almak için araştırma sürecinde alınan önlemler ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Dış etmenler; çalışma öncesinde ya da sırasında deneysel sürecin dışında oluşan ve araştırmanın sonuçlarını etkileyebilen deney dışı değişkenlere denilmektedir (Tekin-İftar, 2012). Bu araştırmada dış etmenleri kontrol altına almak için birtakım önlemler alınmıştır. Araştırmacı, çalışmaya başlamadan önce, deneklerin bulunduğu okul ve rehabilitasyon merkezlerindeki öğretmenlerle ve deneklerin aileleriyle görüşmeler yapmıştır. Bu görüşmelerde, öğretmenlere araştırma süreci boyunca, uygulamaya dahil edilen deneklerle sözlü problem çözme becerisine yönelik öğretim veya ödevlendirme çalışmaları yapmamaları gerektiği konusunda bilgi verilmiştir. Ayrıca, deneklerin aileleriyle yapılan görüşmelerde, evde ilgili beceri üzerinde çalışmama konusunda anlaşmaya varılmıştır. Araştırma sürecinde olası dış etmenlerin ortaya çıkmasını engellemek amacıyla, araştırmanın deneysel süreci makul bir süre içinde tamamlanmaya çalışılmıştır. Bu önlemler, araştırmanın iç geçerliğini artırmak ve dış etmenlerin sonuçları etkileme olasılığını en aza indirmek amacıyla alınmıştır.

Olgunlaşma; bir araştırma sürecinin başlangıcında veya sonunda ölçülen değişkenlerin zaman içinde doğal olarak değişme eğiliminde olduğu bir durumu

ifade etmektedir. Bu etki, bir araştırmanın başlangıcında veya sonunda yapılan ölçümlerde ortaya çıkabilir ve araştırma sonuçlarını yanıltıcı hale getirebilir. Olgunlaşma etkisi, özellikle uzun vadeli araştırmalarda veya uzun süreli gözlemlerde dikkate alınması gereken bir faktördür (Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004). Bu nedenle araştırma süresinin uzamasına bağlı olarak olgunlaşma etkisini en aza indirmek için araştırma hafta içi beş gün ve günde bir oturum olacak şekilde düzenlenerek olabildiğince kısa sürede bitirilmeye çalışılmıştır.

Ölçme; bir araştırma sürecinde aynı ölçümün tekrarlanması veya birden fazla ölçümün yapılması sonucu, katılımcıların davranışlarının veya cevaplarının değişmesi durumunu ifade etmektedir. Ölçme etkisi, katılımcıların daha fazla deneyim kazanmaları veya ölçme sürecini daha iyi anlamaları nedeniyle ortaya çıkabilir (Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004). Bu etki, özellikle uzun süreli araştırmalarda veya tekrarlayan ölçümler gerektiren çalışmalarda dikkate alınması gereken bir faktördür. Araştırma boyunca ölçme etmeninden kaynaklanabilecek olası tehditleri önlemek amacıyla, bağımlı değişkene ilişkin tüm veriler video kayıtlarıyla toplanmış ve yansız olarak belirlenen oturumlardan güvenilirlik verisi elde edilmiştir.

Denek seçimi yanlılığı; araştırma öncesinde araştırmanın deneklerinin belirli bir yanlılık gözetilerek seçilmesi olarak tanımlanmaktadır. Denek seçimi yanlılığı grup deneysel araştırmalarda karşımıza çıkan bir sorundur. Tek denekli araştırmalarda denekleri belirlerken yansız atama yapılmaması, tek denekli araştırmalarda denek seçimi yanlılığının bir tehdit unsuru olarak algılanmasına neden olmaktadır. Ancak bu durum, tek denekli araştırmalarda başlama düzeyi verisi toplandığı için bir tehdit etmeni olmaktan çıkmaktadır. Deneklerin işlevde bulunma düzeyi ne olursa olsun, araştırma öncesinde bulunduğu düzey ile uygulama sırasındaki ve sonrasındaki performansı karşılaştırılarak değerlendirme yapılmaktadır (Tekin-İftar, 2012). Tek denekli araştırmalarda, her deneğin yinelenen ölçümler alınarak kendi içinde değerlendirilmesinden dolayı denek seçimi yanlılığı önemli bir tehdit unsuru olarak görülmemektedir (Horner ve ark., 2005; Tekin-İftar, 2012). Bu araştırmada da toplanan başlama düzeyi verileri ile öğrencilerin sözlü problem çözme becerisine sahip olmadıkları belirlenmiştir. Dolayısıyla, denek seçimi yanlılığı bir tehdit unsuru olmaktan çıkmıştır.

Denek kaybı; araştırma süresince hastalık, taşınma ya da deneklerin araştırmaya katılımlarından bir süre sonra araştırmaya devam etme konusunda

gönüllü olmaması gibi nedenlerle denek sayısının azalması olarak tanımlanmaktadır (Tekin-İftar, 2012). Araştırmaya başlamadan önce bu etmeni önlemek amacıyla, aileler ile görüşmeler yapılarak çalışmanın süresi, işleyişi ve öğrencilerin katılımı hakkında bilgiler verilmiştir. Mevcut araştırmaya sağlık durumu iyi olan, okula devam sorunu olmayan ve katılım konusunda gönüllü ve istekli olan öğrencilerin dâhil edilmesi tercih edilmiştir. Buna rağmen oluşabilecek aksamalar göz önünde bulundurularak, araştırma için gerekli olan denek sayısından bir fazla olacak şekilde, ön koşul becerilere sahip yedek denek belirlenmiştir.

Verilerin değişkenlik göstermesi; bağımlı değişkende verilerin kararlılık göstermemesi olarak tanımlanmaktadır (Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004). Araştırma verilerinin değişkenlik göstermesi durumunda değişkenliğin nedenlerinin araştırılması, mümkün olan durumlarda deneğin kendisiyle ve/veya deneğin yaşamındaki önemli kişilerle görüşülmesi, daha kararlı veri elde etmek adına öğretim süresinin uzatılması ve yapılan uygulamanın gözden geçirilmesi planlanmıştır.

Yapay ortam etkisi; bir araştırmanın yapay bir ortamda gerçekleştirilmesinin, katılımcıların davranışlarını veya tepkilerini etkileyebileceği bir olguyu ifade etmektedir (Horner ve ark., 2005; Tekin-İftar ve Kırcaali- İftar, 2004). Bu durum, deneklerin günlük yaşamlarını geçirdiği ortamların dışında yapılan çalışmalar için tehdit oluşturabilir. Mevcut araştırmada yapay ortam etkisinin ortadan kaldırılması için ortam deneklerin sürekli eğitim gördükleri rehabilitasyon merkezi olarak belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından deneklerin ortama ve uygulamacıya alışması amacıyla deneklerle vakit geçirilmiştir. Öğrencilere araştırma ortamı ve kullanılacak materyaller hakkında bilgi verilmiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği ortam düzenlemesi uygulamaya başlamadan önce gerçekleştirilmiştir ve tüm oturumlarda benzer ortam düzenlemesi kullanılmıştır. Ayrıca, denekler ile çalışmaya başlamadan bir hafta önce çalışmanın yapılacağı ortamda çalışılarak yapay ortam etkisi en aza indirilmiştir.

Uygulama güvenirliği; uygulamanın sonucunda elde edilen bulguların, uygulamadan kaynaklandığını öne sürmek için araştırmada yer alan her bir oturumun planlandığı şekilde yürütülmesi gerekmektedir (Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004). Başka bir ifadeyle, uygulama güvenirliği araştırmanın planlandığı gibi yürütülmesi ve sunulmasıdır. Uygulama planlanan biçimde gerçekleştirilmediğinde, uygulama sonucunda elde edilen bulguların uygulamadan

kaynaklandığını öne sürmek zorlaşır (Horner ve ark., 2005; Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004). Bu araştırmada ise, uygulamanın planlandığı gibi yürütülüp yürütülmediğini değerlendirmek adına tüm oturumların en az %30'unda uygulama güvenilirliği verisi toplanmıştır.

İç geçerliği etkileyen bir diğer etmen olan çoklu uygulamalar etkisi, birden fazla bağımsız değişkenin etkisinin incelendiği araştırmalarda, bir uygulamanın diğer uygulamayı etkilemesi durumu olarak bilinmektedir (Tekin-İftar ve Kırcaali-İftar, 2004; Tekin-İftar, 2012). Ancak mevcut çalışmada, tek bir bağımsız değişken yer aldığından çoklu uygulama etkisi söz konusu olmamıştır.

Dış geçerlik; araştırma bulgularının araştırma dışındaki diğer durumlara da genellenebilmesidir (Tekin-İftar, 2012). Başka bir ifade ile dış geçerlik, araştırma bulgularının başka ortamlara, davranışlara ya da bireylere genellenebilirliğidir (Tekin- İftar, Kırcaali- İftar, 2004). Tek denekli araştırmalarda yineleme yolu ile dış geçerlik artırılabilir (Tekin-İftar, 2012). Bu araştırmada dış geçerliği güçlendirmek amacıyla, uygulamaya özellikleri farklı üç denek dâhil edilerek çok sayıda yineleme yapılması sağlanmıştır. Ayrıca dış geçerliği arttırabilmek amacıyla araştırma süreci detaylı bir şekilde açıklanarak araştırmanın genellenebilir ve tekrarlanabilir olmasına dikkat edilmiştir. Böylece hem uygulamanın farklı araştırmacılar tarafından yinelenme olasılığını hem de gözlemciler arasında görüş birliği elde etme olasılığını artırarak dış geçerliğin güçlenmesi sağlanmıştır.

3.11.2 Nitel Verilerde Geçerlik Stratejileri

Creswell (2013), nitel yaklaşıma yer verilen bir araştırmada araştırmacıların araştırmanın geçerliğini kanıtlamak için kabul edilmiş olan bazı temel stratejileri benimsemeleri gerektiğini önermektedir. Bunlar “geçerlik stratejileri” olarak adlandırılmaktadır. Mevcut araştırmada da aşağıda yer alan geçerlik stratejilerine yer verilmiştir.

Uzun süreli katılım ve sürekli gözlem; alan içerisinde katılımcılarla güven oluşturma, kültürü öğrenme ve araştırmacılar veya bilgi veren kişiler tarafından ortaya konulan saptırmalardan kaynaklanan yanlış bilgilerin kontrol edilmesidir. Bu araştırmada, araştırmacı matematik öğrenme güçlüğü olan çocukları doğal ortamlarında gözlemlemiştir. Araştırmacı gözlem ya da uygulama süreci bitmesine rağmen matematik öğrenme güçlüğü olan çocuklar ile devam etmiş oldukları kurumlarda vakit geçirmiş, sohbet etmiş ve paylaşımlarda bulunmuştur.

Çeşitleme; araştırmacıların çoklu ve farklı kaynakları, yöntemleri, araştırmacıları ve kuramları destekleyici kanıtlar oluşturmak için kullanmalarıdır. Bu araştırmada, video kayıtları, gözlem ve görüşmeler aracılığı ile toplanan veriler birbirleri ile karşılaştırılarak teyit edilmiş ve destekleyici kanıtlar oluşturulmaya çalışılmıştır.

Akran incelemesi veya sorgulaması; araştırma sürecinin dışarıdan kontrol edilmesini sağlamaktır. Mevcut araştırmada, nitel araştırma yöntemleri alanında ders veren ikinci bir uzmandan yardım alınmıştır. Bu çalışmada uzman incelemesi, araştırmacının süreci uzmana aktarmasıyla gerçekleştirilmiş; uzman da orijinal veriyi ve analizleri gözden geçirerek değerlendirmiştir.

Olumsuz durum analizi; araştırmacının kendi araştırmasında elde ettiği sonuçları, benzer olan ya da olmayan başka araştırma sonuçları ile karşılaştırmasıdır. Bu araştırmada, elde edilen ve yorumlanan sonuçlar başka araştırmalarla karşılaştırılarak tartışılmış ve yorumlanmıştır.

Çalışmanın başlangıcında araştırmacı önyargılarının açıklanması; okuyucunun, araştırmacının pozisyonunu ve araştırmayı etkileyen herhangi bir eğilimi veya varsayımı anlaması bakımından önemlidir. Bu araştırmada, araştırmacı çalışmanın yaklaşımını ve yorumlarını şekillendiren geçmiş deneyimlerine, eğilimlerine, önyargılarına ve oryantasyonlarına ilişkin yorumlarda bulunmuştur.

Üye kontrolünde; araştırmacı, katılımcıların bulguların ve yorumların inanılabilirliğine ilişkin görüşlerini talep etmektedir. Creswell (2013), nitel bir araştırmada geçerlik stratejilerinden en az ikisinin kullanılmasını önermektedir. Dolayısıyla inandırıcılığı sağlamak amacıyla kullanılan stratejilerin tümünün kullanılmasına gerek olmaması bilgisinden yola çıkılarak bu araştırmada üye kontrolü kullanılmamıştır.

Zengin ve yoğun betimleme; gerçekleştirilen araştırma sürecinin tüm ayrıntıları ile yorum katılmadan, okuyan kişilerin zihinlerinde canlandırabileceği bir biçimde aktarılmasıdır. Araştırma kapsamında katılımcılarla yüz yüze yapılan öğretim, mekânın atmosferi, katılımcıların duygusal durumları, ses tonları ve beden dilleri gibi unsurları içeren ayrıntılı betimlemelerle zenginleştirilmiştir. Bu sayede okuyucular, araştırma sürecinin yaşanmışlığını ve katılımcıların deneyimlerini daha canlı bir şekilde kavramışlardır.

Dış denetimler; dışarıdan bir danışmanın veya denetçinin hem süreci hem de araştırmanın sonucunda elde edilen ürünleri inceleyerek doğruluklarını değerlendirmesi olarak ifade edilmektedir. Bu araştırma kapsamında, bir devlet üniversitesinde ölçme ve değerlendirme alanında öğretim üyesi olarak çalışan bir uzman dış denetimleri gerçekleştirmiştir.

3.11.3 Karma Yöntemlerde Geçerlik

Karma yöntemler araştırması, araştırmacıların hem nicel hem de nitel verileri bir arada kullanarak daha kapsamlı ve derinlemesine bir anlayış elde etmelerine yardımcı olan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, araştırmanın karmaşıklığını ele almak ve farklı veri türlerini birleştirerek daha zengin ve derinlemesine bir analiz sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Karma yöntemlerin kullanıldığı araştırmalarda, elde edilen verilerin geçerli olması büyük bir önem taşımaktadır. Geçerlik, bir ölçme aracının veya araştırma yönteminin, ölçmeye çalıştığı yapıyı doğru bir şekilde ölçebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, bazı yöntem bilimcilerin karma yöntemler araştırma geçerliği konusunda çalışmalar yaptıkları ve önemli geçerlik türlerini tanımladıkları gözlemlenmektedir (Onwuegbuzie ve Johnson, 2006; Tashakkori ve Teddlie, 2010). Onwuegbuzie ve Johnson (2006) tarafından dokuz farklı karma araştırma geçerliği türü tanımlanmıştır. Bu çalışmada, karma araştırmalar için belirlenen dokuz geçerlik türü ve bu araştırmadaki karşılıkları Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.5 Karma yöntemler araştırmalarında geçerlik türleri

Geçerlik Türü	Tanımı	Araştırmadaki Karşılığı
Örnekleme Entegrasyonu (Sample Integration)	Nicel ve nitel örnekleme tasarımları arasındaki ilişkinin meta çıkarımlar sağlama kalitesi üzerindeki etkisini ifade etmektedir.	Bu araştırma öğrenme güclüğü olan üç öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Her öğrenciden toplanan veriler, başlangıçta bağımsız olarak incelenmiş ve bu aşamanın ardından elde edilen nicel ve nitel bulguların entegrasyonu yapılarak daha güvenilir ve genellenebilir sonuçlara ulaşılmıştır. Karma yöntemler yaklaşımı, hem nicel hem de nitel verilerin bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirilmesine ve araştırma sonuçlarının daha sağlam temellere dayandırılmasına yardımcı olmuştur.
İçerde-Dışarda (Inside-Outside)	Araştırmacının içeriden (insider) ve dışardan (outsider) bakış açılarını kullanarak bir araştırmanın geçerliğini değerlendirmek için ifade edilen bir kavramdır.	İçerde-dışarda geçerlik, bir araştırmanın hem içeriden bakış açısının önemini hem de dışardan bakışın gerekliliğini kabul etmektedir. Bu araştırma kapsamında içeriden bakış, araştırmacının veya katılımcının öznel deneyimlerinin anlaşılmasına ve değerli iç görüşler elde edilmesine yardımcı olurken, dışardan bakış, araştırmanın bağımsızlığını ve genel geçerliğinin değerlendirilmesine ve sonuçların genellemeye daha uygun hale getirilmesine yardımcı olmuştur.
Zayıf Yönlerin Minimalize Edilmesi (Weakness Minimization)	Bir araştırma yaklaşımının eksikliklerinin diğer yaklaşımın güçlü yönleri ile telafi edilme derecesini ifade etmektedir.	Bu araştırmada, araştırmacı, nicel ve nitel yaklaşımları birleştirerek bu iki yaklaşımın güçlü yönlerini öne çıkarmıştır. Bu doğrultuda, araştırmacı nicel veri toplama araçlarının yanı sıra nitel veri toplama araçlarına da başvurarak elde edilen nicel sonuçları nitel bulgularla desteklemiş ve zenginleştirmiştir. Böylece, sayısal verilere dayalı bulgular, derinlemesine ve öznel bir anlayış içeren nitel verilerle daha kapsamlı hale getirilmiştir.

Tablo 3.5 Karma yöntemler araştırmalarında geçerlik türleri (devamı)

Geçerlik Türü	Tanımı	Araştırmadaki Karşılığı
Sıralılık (Sequential)	Nicel ve nitel aşamaların sırasını tersine çevirerek meta çıkarımların etkilenebileceği olası sorunları en aza indirgeme derecesini ifade etmektedir.	Bu araştırmada, araştırmacı nicel ve nitel bulguları birleştirilerek ya da karşılaştırılarak yorumlanması temeline dayanan eş zamanlı deseni kullanmıştır. Dolayısıyla bu araştırmada, nicel ve nitel yöntemlerin kullanımıyla ilgili olası sorunların etkili bir şekilde yönetildiği düşünölebilir.
Dönüştürme (Conversion)	Karma araştırmacının nitelikli veri dönüşümüne (nitelleştirme ya da nicelleştirme) yönelik kaliteli meta çıkarımlar sağlama düzeyini ifade etmektedir.	Bu araştırmada, nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılarak elde edilen bulgular, uygun analiz yöntemleri ile çözümlenmiştir. Analiz sürecinde, nitel verilerin nicelleştirilmesi ve nicel verilerin nitelleştirilmesi gibi dönüşümlere özen gösterilmiştir. Araştırmanın sonuçları, bu dönüşümlerin ardından birleştirilerek anlamlı meta çıkarımlar elde edilmiştir. Bu yaklaşım, araştırma sorularına daha kapsamlı ve güçlü yanıtlar sunmaya yardımcı olmuştur.
Paradigmaların Birleştirilmesi (Paradigmatic mixing)	Araştırmacının nicel ve nitel yaklaşımların temelini oluşturan epistemolojik, ontolojik, aksiyolojik, metodolojik ve retorik inançlarının (a) başarılı bir şekilde birleştirilme veya (b) kullanılışlı bir şekilde harmanlanma derecesini ifade etmektedir.	Bu araştırmanın hem nicel hem de nitel boyutlarına eşit ağrılık verilerek ve veri toplama ve analizin tüm aşamalarında farklı felsefi temelleri uygulayarak paradigmaların birleştirilmesi geçerlik türü sağlanmıştır.

Tablo 3.5 Karma yöntemler araştırmalarında geçerlik türleri (devamı)

Geçerlik Türü	Tanımı	Araştırmadaki Karşılığı
Birlikte Var Olma (Commensurability)	Yapılan meta çıkarımların, Gestalt anahtarlama ve entegrasyonun bilişsel sürecine dayanan karma bir dünya görüşünü ne ölçüde yansıttığını ifade etmektedir.	Karma araştırma yaklaşımının dünya görüşünü yansıtm derecesini ifade etmek için araştırmacı nicel ve nitel bakış açıları arasında değişiklik yaparak, çoklu bakış açılarını mantıklı ve daha geniş açıdan birleştirerek, çalışılan olgunun açıklanmasına ve anlaşılmasına yardım eden bakış açılarını araştırmada yansıtmaya çalışmıştır.
Çoklu Geçerlikler (Multiple Validities)	Karma yöntemi kullanan araştırmacıların, tüm ilgili geçerlik türlerini uygulama derecesini ifade eden ve yüksek kaliteli meta çıkarımların sağlanmasına yönelik bir göstergedir.	Bu çalışmada, araştırmacı hem nicel hem nitel yaklaşımlar için ilgili geçerlik türlerini hem de karma yöntem araştırmaları için belirlenen geçerlik türlerini araştırma süreci boyunca göz önünde bulundurmuş ve tehditlere yönelik gerekli önlemleri almıştır.
Politik (Political)	Karma yöntem araştırması tüketicilerinin, bir çalışmanın hem nicel hem de nitel bileşenlerinden kaynaklanan meta çıkarımlara ne ölçüde değer verdiğini ifade etmektedir.	Araştırmacı, çalışmanın politik geçerliğine yönelik özellikle farklı kültürlerden ve toplumsal gruplardan gelen katılımcıların bakış açılarını ve deneyimlerini duyarlı bir şekilde ele almıştır. Dolayısıyla araştırma sonuçlarının toplumsal adalet ve eşitlik açısından daha anlamlı ve geçerli olduğu gösterilmiştir.

3.12 Güvenirlik

Araştırmanın nicel boyutunda gözlemciler arası güvenirlik, uygulama güvenirliliği ve değerlendiriciler arası güvenirlik olmak üzere üç farklı türde güvenirlik verisi incelenmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda ise tutarlılık ve teyit edilebilirlik olmak üzere iki farklı türde güvenirlik verisi incelenmiştir. Bu güvenirlik verileri ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

3.12.1 Nicel Verilerin Güvenirliliği

Araştırmanın nicel boyutunda gözlemciler arası güvenirlik, uygulama güvenirliliği ve değerlendiriciler arası güvenirlik olmak üzere üç farklı türde güvenirlik verisi toplanmıştır. Bu güvenirlik verileri ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

3.12.1.1 Gözlemciler Arası Güvenirlik

Araştırmada, her bir öğrencinin başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme evrelerinde gözlemciler arası güvenirlik verileri toplanmıştır. Ayrıca, mevcut araştırmanın uygulama süreci boyunca güvenirlik verilerinin toplanması için gerçekleştirilen tüm oturumlar video kamera ile kaydedilmiştir. Bu kaydedilen videolar, öğrenci kodları, işlem türleri ve oturum numaralarına göre adlandırılmıştır. Araştırmanın güvenirlik verileri, özel eğitim alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen ile ölçme ve değerlendirme alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen olmak üzere iki bilim uzmanı tarafından Gözlemciler Arası Güvenirlik Veri Kayıt Formu kullanılarak toplanmıştır (EK 17). Bu çalışmada, gözlemciler, araştırmanın amacı, hedef davranışın tanımı (bağımlı değişken), VRA öğretim dizisinin tanımı (bağımsız değişken), araştırmanın uygulama süreci ve gerçekleşen oturumlar, öğrencilerin doğru ve yanlış tepkileri, araştırmacıdan beklenen tepkiler ve güvenirlik verisi kayıt formları hakkında bilgilendirilmişlerdir. Bu bilgilendirmeler, güvenirlik verilerinin doğru ve güvenilir bir şekilde toplanmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır.

Gözlemciler arası güvenirlik, iki gözlemcinin aynı uygulama oturumlarını bağımsız olarak değerlendirerek sonuçları karşılaştırmalarını ifade etmektedir (Alberto ve Troutman, 2009). Bu hesaplamaların temel amacı, hedef davranışın değerlendirilmesinde gözlemciler arasındaki görüş birliğinin belirlenmesidir (Kazdin, 2011). Gözlemciler arası güvenirlik, " $[(\text{görüş birliği}) / (\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı})] \times 100$ " formülü ile hesaplanmaktadır ve %90 ve üzeri bir güvenirlik

katsayısı ideal olarak kabul edilmektedir (Tekin-İftar, 2012). Görüş birliği, iki gözlemcinin aynı soruya öğrencinin verdiği yanıtı aynı şekilde kaydetmesini ifade etmektedir. Görüş ayrılığı ise, iki gözlemcinin öğrencinin yanıtını farklı şekillerde kaydetmelerini, diğer bir deyişle birinin doğru kabul ettiği yanıtı diğerinin yanlış kabul etmesini ifade etmektedir. Her bir öğrenci için problem çözme becerisinin başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme evrelerinde gözlemciler arası güvenilirlik verileri toplanmıştır. Cenk, Utku ve Mert'in problem çözme becerisine yönelik her bir uygulama evresi için gözlemciler arası güvenilirlik %100 olarak hesaplanmıştır.

3.12.1.2 Uygulama Güvenirliği

Uygulama güvenirligi, bir araştırma çalışmasında veya bir müdahale programında bağımsız değişkenin veya müdahalenin, belirlenen standartlara uygun ve tutarlı bir şekilde uygulanma derecesini ifade eden bir kavramdır (Kazdin, 2011; Tekin-İftar, 2012). Bu güvenilirlik, araştırmacıların ve uygulayıcıların, müdahalenin veya bağımsız değişkenin planlandığı şekilde ve istikrarlı bir biçimde gerçekleştirildiğine güvenilebilmelerini sağlamaktadır. Uygulama güvenirligi, bir çalışmanın içsel geçerliğini ve sonuçların güvenirligini artırmak için önemlidir. Bu nedenle, araştırmacılar ve uygulayıcılar, çalışmalarını tasarlarırken uygulama güvenirligini dikkate almaktadır. Mevcut araştırmada, uygulama güvenirligi verilerini toplamak amacıyla ilk adımda araştırmacının beklenen davranışları belirlenmiştir. Bu davranışlar, doğrudan öğretim yöntemi kullanılarak sunulan VRA öğretim dizisinin öğretim basamakları göz önünde bulundurularak sıralanmıştır. Araştırmada, araştırmacıdan beklenen davranışlar öğretim oturumları ve diğer oturumlar için farklılık göstermektedir. Öğretim oturumları için beklenen davranışlar "Öğretim Oturumları Uygulama Güvenirligi Veri Kayıt Formu" (EK 15) ile kaydedilirken, diğer oturumlarda araştırmacıdan beklenen davranışlar için "Başlama Düzeyi, Uygulama, Genelleme ve İzleme Oturumları Uygulama Güvenirligi Veri Kayıt Formu" (EK 16) hazırlanmıştır. Bu iki farklı form, araştırmacının öğretim oturumlarında ve diğer oturumlarda göstermesi gereken davranışları kaydetmek ve uygulama güvenirligi verilerini toplamak için kullanılmıştır.

Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarının %30'unda uygulama güvenirligi verisi toplanmıştır. Yansız atama yoluyla belirlenmiş olan bu oturumların video kayıtları ve hazırlanan uygulama

güvenirliği formları (EK 15 ve EK 16), gözlemcilere zarf içinde teslim edilmiştir. Gözlemcilerden, planlanan uygulama sürecinin basamaklarını araştırmacının doğru şekilde gerçekleştirmesi durumunda (+), yanlış gerçekleştirmesi durumunda (-) olarak formlara kaydetmeleri istenmiştir. Daha sonra formlara bakılarak “[(gözlenen uygulamacı davranışı/planlanan uygulamacı davranışı) x 100]” formülü ile uygulama güvenilirliği katsayısı bulunmuştur (Tekin-İftar, 2012). Her bir öğrenci için problem çözme becerisinin başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme evrelerinde uygulama güvenilirliği verileri toplanmıştır. Cenk, Utku ve Mert’in problem çözme becerisine yönelik her bir uygulama evresi için uygulama güvenilirliği %100 olarak hesaplanmıştır.

3.12.1.3 Değerlendiriciler Arası Güvenirlik

Değerlendiriciler arası güvenirlilik, aynı ölçme aracıyla yapılan değerlendirmelerde farklı değerlendiricilerin aynı sonuca ulaşma yeteneğini ifade etmektedir. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin başlama düzeyi, uygulama ve izleme oturumlarında verdikleri tepkileri değerlendirmek amacıyla İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı’nda (EK 12) yer alan sorular kullanılmıştır. Mevcut araştırmanın uygulama süreci boyunca değerlendiriciler arası güvenirlilik verilerinin toplanması için gerçekleştirilen tüm oturumlar video kamera ile kaydedilmiştir. Bu kaydedilen videolar, öğrenci kodları, işlem türleri ve oturum numaralarına göre adlandırılmıştır. Araştırmanın değerlendiriciler arası güvenirlilik verileri, özel eğitim alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen ile ölçme ve değerlendirme alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen olmak üzere iki bilim uzmanı tarafından Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu (EK 19) kullanılarak toplanmıştır. Uzmanlar araştırmanın amacı, hedef davranışın tanımı (bağımlı değişken), VRA öğretim dizisinin tanımı (bağımsız değişken), araştırmanın uygulama süreci ve gerçekleşen oturumlar, öğrencilerin doğru ve yanlış tepkileri, araştırmacıdan beklenen tepkiler ve veri kayıt formu hakkında bilgilendirilmişlerdir. Bu değerlendirme süreci, araştırmacının ve değerlendiricilerin öğrencilerin yoklama oturumlarında çalışma kağıtlarının tamamını bağımsız olarak değerlendirmeleri sonucunda değerlendiriciler arası güvenirlilik verilerinin elde edilmesini sağlamıştır. Değerlendiriciler arası güvenirlilik verileri, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin tepkilerinin tutarlı bir şekilde değerlendirilmesine yardımcı olmuştur.

Ayrıca, bu güvenilirlik verileri, araştırmanın sonuçlarının daha güvenilir ve geçerli olmasına katkı sağlamıştır.

Bu bağlamda, araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin başlama düzeyi, uygulama ve izleme oturumları için değerlendiriciler arası güvenilirlik verisi elde edilmiştir. Değerlendiriciler arası güvenilirlik verisi “Görüş Birliği/(Görüş Birliği+Görüş Ayrılığı) X 100” formülü kullanılarak analiz edilmiştir. Cenk, Utku ve Mert’in problem çözme becerisine yönelik her bir uygulama evresi için değerlendiriciler arası güvenirliliği %100 olarak hesaplanmıştır.

3.12.2 Nitel Verilerin Güvenirliliği

Araştırmanın nitel boyutunda güvenilirlik kapsamında incelenen tutarlılık ve teyit edilebilirlik, araştırmacının veri toplama ve analiz sürecinde tutarlı bir şekilde hareket etmesini ve elde edilen sonuçların başka araştırmacılar tarafından doğrulanabilir olmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Nitel verilerin tutarlılığı ve teyit edilebilirliği ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

3.12.2.1 Nitel Verilerin Tutarlılığı

Nitel araştırmalarda tutarlılık, araştırmanın veri toplama, analiz ve yorumlama süreçlerinin incelenmesi ve başkaları tarafından güvenilir bulunmasını ifade etmektedir (Merriam, 2013). Nitel araştırmalarda, tutarlılığın sağlanması için tutarlık incelemesinin yapılması önerilmektedir. Tutarlık incelemesi, araştırmaya dışarıdan bir gözle bakılarak araştırmacının baştan sona gerçekleştirdiği araştırma etkinliklerinde (veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile yorumlama) tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesini içermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu süreç, araştırmanın güvenirliliğini ve geçerliğini artırmaya yönelik önemli bir adımdır.

Bu araştırmada, araştırmacı, veri toplama araçlarını titizlikle oluşturmuş ve tutarlı bir şekilde kullanmıştır. Veri toplama sürecinde, araştırmacı belirlediği yönergeleri takip ederek tutarlı bir şekilde veri toplamıştır. Verilerin analiz sürecinde, araştırmacı belirlediği analiz yöntemlerini titizlikle uygulayarak tutarlı sonuçlar elde etmiştir. Bu bağlamda, uzman işbirliğine başvurulmuş ve veriler uzmanlara doğrulanmıştır. Bu süreçte, araştırmacıya özel eğitim alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen ile ölçme ve değerlendirme alanında yüksek lisans ve doktora dereceleri olan bir akademisyen olmak üzere iki bilim uzmanı destek olmuştur. Ayrıca, verilerden elde edilen sonuçlar birbiriyle ve

alan yazınla ilişkilendirilerek rapor edilmiştir. Bu adımlar, nitel araştırmalarda tutarlılığın sağlanması ve araştırmanın güvenilirliğinin artırılması için önemlidir.

3.12.2.2 Nitel Verilerin Teyit Edilebilirliği

Nitel araştırmalarda, araştırmacının araştırma sürecindeki etkisinin göz ardı edilemeyeceği kabul edilmektedir. Bu durum, araştırmacının kendi ön yargılarının, bakış açısının ve deneyimlerinin, araştırma sonuçlarını etkileyebileceği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, araştırma sürecindeki araştırmacı etkisi, araştırmanın bir parçası olarak kabul edilmektedir ve tamamen ortadan kaldırılamamaktadır. Bu durum, araştırmanın tarafsızlığı ve objektifliği üzerinde düşünülmesi gereken önemli bir konudur. Bu bağlamda, nitel bir araştırmada araştırmacıdan beklenen ulaştığı sonuçları topladığı verilerle sürekli olarak teyit etmesi ve bu doğrultuda okuyucuya mantıklı bir açıklama sunabilmesidir. Bu nedenle, nitel araştırmalarda teyit incelemesi yapılması önerilmektedir. Teyit incelemesi, araştırmacının elde ettiği sonuçları ham verilerle karşılaştırarak doğrulaması ve ulaştığı tüm sonuçları ile önerileri ham verilerle karşılaştırarak değerlendirmesi için bir uzmandan yardım alması sürecini ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu araştırmada, araştırmacı veri toplama araçlarını, ham verilerini ve analiz aşamasında gerçekleştirdiği kodlamaları düzenli bir biçimde arşivlemiştir. Ayrıca, araştırmacı veri kaybını önlemek amacıyla uygulama sürecini video ile kayıt altına almıştır. Araştırmacı, veri analizi sürecinde yaptığı kodlamaları doğrulatmış ve elde ettiği tüm nitel verileri iki farklı uzmana teyit ettirmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmanın nicel boyutunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmanın nitel boyutunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın karma boyutunda ise, VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapmak amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda, çalışmanın nicel ve nitel boyutundan elde edilen bulguların yanı sıra bu verilerin entegrasyonundan elde edilen bulgular da ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Böylece, bu çalışmada farklı veri kaynaklarının birleştirilmesiyle daha kapsamlı ve detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

Creswell ve Plano-Clark (2018), karma araştırmaların raporlaştırılması aşamasında araştırmacının yaratıcılığının ve sunum biçiminin bulguların etkili bir şekilde sunulmasında önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmektedirler. Bu çalışmanın bulgularının sunulma aşamasında, araştırma soruları temel alınmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemek için nicel araştırma yöntemlerinden biri olan tek denekli araştırma yönteminin kullanıldığı araştırma bulguları açıklanmaktadır. Ardından matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesini amaçlayan nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışmasından elde edilen araştırma bulguları açıklanmıştır. Son olarak VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapmak amacıyla nicel ve nitel bulgular anlatı ve ortak gösterim olarak entegre edilmiştir. Araştırma bulgularına yönelik detaylı bilgi, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde kapsamlı bir şekilde sunulmuştur.

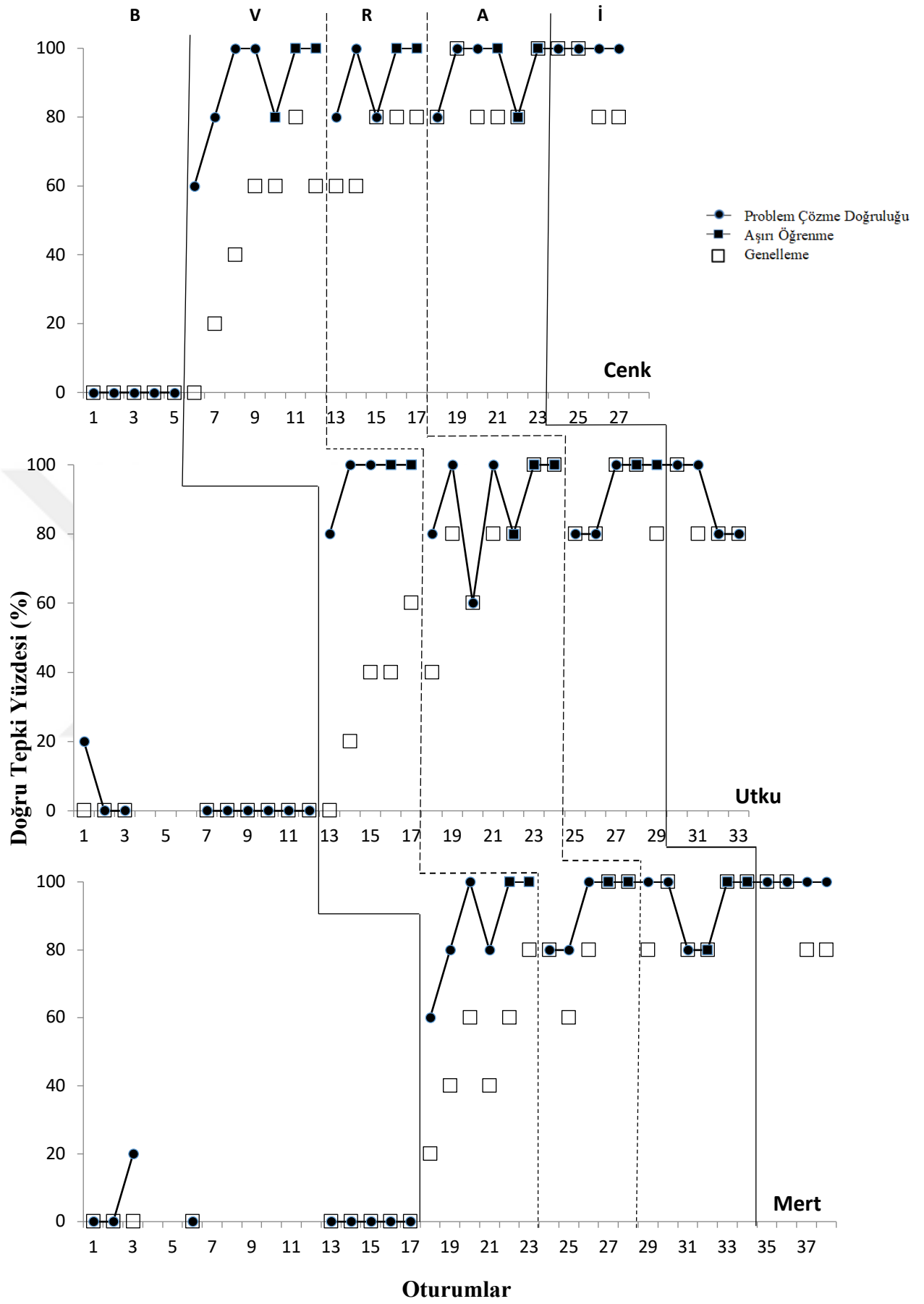
4.1 Nicel Araştırma Bulguları

Araştırmanın bu bölümünde matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğine (edinim, genelleme ve izleme) yönelik bulgular sunulmuştur. Ayrıca matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin araştırmanın sosyal geçerliğine ilişkin görüşlerine yönelik bulgulara da yer verilmiştir.

4.1.1 Etkililik Bulguları: Edinim, Genelleme ve İzleme

Mevcut araştırmada etkililik verileri edinim, genelleme ve izleme verileri kapsamında analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, a) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde, b) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performanslarının üç aşamalı sözlü problemlere genellenmesinde, c) matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra sözlü problem çözme becerilerini sürdürmelerinde VRA öğretim dizisinin etkililiğine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere, araştırmacı tarafından doğrudan öğretim yöntemiyle sunulan VRA öğretim dizisinin uygulanması sonucunda elde edilen sözlü problem çözme becerilerine ait edinim, genelleme ve izleme verileri, Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekilde yer alan veriler görsel analiz yoluyla analiz edilmiştir. Şekil 4.1’deki grafik, VRA öğretim dizisinin sözlü problemleri bağımsız olarak çözmede tüm öğrenciler için doğruluk yüzdesini artırdığını göstermektedir. Tüm öğrenciler (Cenk, Utku ve Mert) için, VRA öğretim dizisi ve sözlü problem çözme becerisi arasında işlevsel bir ilişki bulunmuştur. Cenk ve Mert’in birinci sanal oturumları (%60) ile Utku’nun üçüncü yarı somut aşama oturumu (%60) dışındaki aşamalarda tüm öğrenciler, tüm uygulama ve izleme süresince %80 veya daha yüksek puanlar elde etmiştir.



Şekil 4.1 Sözlü Problemleri Çözme Doğruluk Yüzdesi

Cenk'in başlama düzeyi evresi verileri incelendiğinde iki aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru yanıtların hepsinin 0 olduğu ve puan ortalamasının da %0 düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu öğrenci başlama düzeyindeki beş oturumun tamamında hiçbir soruyu doğru yanıtlayamamıştır. Başlama düzeyi verileri sıfır hızlanma ile kararlı kalmıştır (bkz. Şekil 4.1). Cenk'in uygulama evresi verileri incelendiğinde öğretimi yapılan sorulara verdiği doğru tepki puanlarının %60 ile %100 arasında değiştiği görülmektedir. Cenk'in uygulama sırasındaki genel ortalama doğruluğu %91,1'dir (yani, sanal aşama %88,6, yarı somut aşama %92 ve soyut aşama 93,3%). Uygulama verileri hızlanma ile değişkenlik göstermiştir. Tarlow (2016) tarafından hazırlanan çevrimiçi hesap makinesi üzerinden hesaplanan Tau etki büyüklüğü değerleri uygulama aşaması ve izleme aşaması için sırasıyla 0,721 ve 1,00 olarak bulunmuştur. Cenk'in başlama düzeyi evresinde bağımsız uygulamalarda eklenen genelleme sorularına verdiği doğru tepkilerin puan ortalaması %0 (tüm soruları yanlış yapmıştır) düzeyindedir. Cenk'in uygulama evresinde genelleme kapsamında sorulan üç aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru tepkilerin puan ortalaması ise %66,7 (ranj: %0-%100) düzeyinde gerçekleşmiştir. İzleme verileri incelendiğinde ise Cenk uygulama sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra edindiği iki aşamalı sözlü problem çözme becerisini ortalama %90 (ranj: %90-%96) doğruluk düzeyinde sergilemeye devam etmiştir.

Utku'nun başlama düzeyi evresi verileri incelendiğinde iki aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru yanıtların birinci oturum (%20) hariç hepsinin 0 olduğu ve puan ortalamasının da %2,2 düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu öğrenci başlama düzeyindeki 12 oturumun sadece ilkinde doğru yanıt vermiş ve diğer oturumlarda hiçbir soruyu doğru yanıtlayamamıştır. Başlama düzeyi verileri sıfır hızlanma ile kararlı kalmıştır (bkz. Şekil 4.1). Utku'nun uygulama evresi verileri incelendiğinde öğretimi yapılan sorulara verdiği doğru tepkilerin puanları %60 ile %100 arasında değiştiği görülmektedir. Utku'nun uygulama sırasındaki genel ortalama doğruluğu %91,7'dir (yani, sanal aşama %96, yarı somut aşama %88,6 ve soyut aşama 92%). Uygulama verileri hızlanma ile değişkenlik göstermiştir. Tarlow (2016) tarafından hazırlanan çevrimiçi hesap makinesi üzerinden hesaplanan Tau etki büyüklüğü değerleri uygulama aşaması ve izleme aşaması için sırasıyla 0,812 ve 0,866 olarak bulunmuştur. Utku'nun başlama düzeyi evresinde bağımsız uygulamalarda eklenen genelleme sorularına verdiği doğru tepkilerin puan ortalaması %0 düzeyindedir (yani tüm soruları yanlış yapmıştır). Utku'nun

uygulama evresinde genelleme kapsamında sorulan üç aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru tepkilerin puan ortalaması ise %67,1 (ranj: %0-%100) düzeyinde gerçekleşmiştir. İzleme verileri incelendiğinde ise Utku uygulama sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra edindiği iki aşamalı sözlü problem çözme becerisini ortalama %85 (ranj: %80-%100) doğruluk düzeyinde sergilemeye devam etmiştir.

Tablo 4.1 Nicel veri analizi bulguları

Ölçüm	Başlama Düzeyi	Uygulama (Genel)	Uygulama			İzleme
			Sanal	Yarı Somut	Soyut	
Cenk						
Ranj	0	40	40	20	20	0
Ortalama	0	91,1	88,6	92	93,3	100
Medyan	0	100	100	100	100	100
Kararlılık	Kararlı	Değişken	Değişken	Değişken	Değişken	-
Eğilim	Sıfır hızlanma	Hızlanma	Hızlanma	Sıfır hızlanma	Sıfır hızlanma	-
Tau	-	0,721	-	-	-	1,00
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100
Oturum sayısı	5	18	7	5	6	4
Tekrar edilen ders sayısı	-	3	2	0	1	-
Utku						
Ranj	20	40	20	40	20	20
Ortalama	2,2	91,8	96	88,6	92	90
Medyan	0	100	100	100	100	90
Kararlılık	Kararlı	Değişken	Kararlı	Değişken	Kararlı	-
Eğilim	Sıfır hızlanma	Hızlanma	Hızlanma	Yavaşlama	Hızlanma	-
Tau	-	0,812	-	-	-	0,866
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100
Oturum sayısı	9	17	5	7	5	4
Tekrar edilen ders sayısı	-	2	0	2	0	-
Mert						
Ranj	20	40	40	20	20	0
Ortalama	2,2	90,6	86,7	92	93,3	100
Medyan	0	100	90	100	100	100
Kararlılık	Kararlı	Kararlı	Değişken	Kararlı	Değişken	-
Eğilim	Sıfır hızlanma	Hızlanma	Hızlanma	Hızlanma	Sıfır hızlanma	-
Tau	-	0,803	-	-	-	0,905
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100
Oturum sayısı	9	17	6	5	6	4
Tekrar edilen ders sayısı	-	2	1	0	1	-

Not. ÖVY= Örtüşmeyen Veri Yüzdesi

Mert'in başlama düzeyi evresi verileri incelendiğinde iki aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru yanıtların biri (üçüncü oturum: %20) hariç hepsinin 0 olduğu ve puan ortalamasının da %2,2 düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu öğrenci başlama düzeyindeki on yedi oturumun sadece üçüncüsünde doğru yanıt vermiş ve diğer oturumlarda hiçbir soruyu doğru yanıtlayamamıştır. Başlama düzeyi verileri sıfır hızlanma ile kararlı kalmıştır (bkz. Şekil 4.1). Mert'in uygulama evresi verileri incelendiğinde öğretimi yapılan sorulara verdiği doğru tepki puanlarının %60 ile %100 arasında değiştiği görülmektedir. Mert'in uygulama sırasındaki genel ortalama doğruluğu %90,6'dır (yani, sanal aşama %86,7, yarı somut aşama %92 ve soyut aşama 93,3%). Uygulama verileri hızlanma ile kararlı kalmıştır. Tarlow (2016) tarafından hazırlanan çevrimiçi hesap makinesi üzerinden hesaplanan Tau etki büyüklüğü değerleri uygulama aşaması ve izleme aşaması için sırasıyla 0,803 ve 0,905 olarak bulunmuştur. Mert'in başlama düzeyi evresinde bağımsız uygulamalarda eklenen genelleme sorularına verdiği doğru tepkilerin puan ortalaması %0 düzeyindedir (yani tüm soruları yanlış yapmıştır). Mert'in uygulama evresinde genelleme kapsamında sorulan üç aşamalı sözlü problemlere verdiği doğru tepkilerin ağırlıklı puan ortalaması ise %74,1 (ranj: %20-%100) düzeyinde gerçekleşmiştir. İzleme verileri incelendiğinde ise Mert uygulama sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra iki aşamalı sözlü problem çözme becerisini ortalama %90 (ranj: %80-%100) doğruluk düzeyinde sergilemeye devam etmiştir.

Öğrencilerin tamamına ait Tablo 4.1'de sunulan nicel veri analizi bulguları incelendiğinde, uygulamacı tarafından sunulan VRA öğretim dizisi uygulamasının matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerini edinmelerinde ve kalıcılığında “etkili” olduğu görülmüştür.

4.1.2 Sosyal Geçerlik Bulguları

Araştırmanın sosyal geçerliğini değerlendirmek amacıyla çalışma sonunda öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda, öğrencilere “Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi (IMMS; Keller, 2009)” uygulanmıştır (EK 18). Bu anket öğrencilerin motivasyonunu ve müdahaleye ilişkin düşüncelerini değerlendirmek için kullanılmıştır. IMMS 5'li Likert ölçeği (1-Doğru Değil, 5-Çok Doğru) 36 maddeden oluşmaktadır. Keller (2009) anketi dikkat, uygunluk, güven ve memnuniyet olmak üzere dört alt kategoride düzenlemiştir. Öğrencilerin bu formda yer alan maddelere verdikleri cevaplar doğrultusunda elde edilen veriler Tablo 4.2,

4.3 ve 4.4’te gösterilmektedir. Ölçeğin alt kategorileri ve bu kategorilerdeki madde numaraları tablolarda yer almaktadır.

Tablo 4.2 Cenk’in IMMS sonuçları

Dikkat (Attention)	Uygunluk (Relevance)	Güven (Confidence)	Memnuniyet (Satisfaction)
2/5	6/4	1/3	5/5
8/5	9/5	3/5	14/3
11/5	10/5	4/5	21/5
12/5	16/4	7/5	27/5
15/5	18/5	13/3	32/5
17/3	23/5	19/3	36/5
20/3	26/5	25/4	
22/4	30/5	34/5	
24/5	33/5	35/5	
28/5			
29/5			
31/5			
Ortalama=4,58	Ortalama=4,78	Ortalama=4,22	Ortalama=4,67

Tablo 4.3 Utku’nun IMMS sonuçları

Dikkat (Attention)	Uygunluk (Relevance)	Güven (Confidence)	Memnuniyet (Satisfaction)
2/5	6/4	1/5	5/5
8/5	9/5	3/5	14/5
11/5	10/5	4/5	21/5
12/5	16/5	7/5	27/5
15/5	18/5	13/4	32/5
17/5	23/5	19/4	36/5
20/4	26/4	25/5	
22/5	30/5	34/5	
24/5	33/5	35/5	
28/5			
29/5			
31/5			
Ortalama=4,92	Ortalama=4,78	Ortalama=4,78	Ortalama=5,00

Tablo 4.4 Mert'in IMMS sonuçları

Dikkat (Attention)	Uygunluk (Relevance)	Güven (Confidence)	Memnuniyet (Satisfaction)
2/5	6/5	1/5	5/5
8/5	9/5	3/5	14/4
11/5	10/5	4/5	21/4
12/5	16/3	7/5	27/5
15/5	18/5	13/5	32/5
17/4	23/4	19/5	36/5
20/4	26/4	25/5	
22/3	30/5	34/5	
24/5	33/5	35/5	
28/5			
29/5			
31/5			
Ortalama=4,67	Ortalama=4,56	Ortalama=5,00	Ortalama=4,67

Anket verilerinin analizi, öğrencilerin maddelere vermiş olduğu cevaplar arasında genel bir uyum olduğunu; ancak bazı maddelerde farklı kategoriler seçtiklerini göstermektedir. İlk göze çarpan bulgu, üç öğrencinin ortalama puanlarının da 5'li Likert ölçeğine göre 4'ün üzerinde olmasıdır. Ayrıca, öğrencilerin maddelere verdikleri yanıtların puan ortalaması 4,22 ile 5,00 arasında değişim göstermektedir. Bu bulgular, öğrencilerin maddelere olumlu yanıtlar verdiğini ortaya koymaktadır.

Dikkat kategorisi, öğrencilerin derse odaklanma ve dikkatlerini sürdürme yeteneklerini ölçmektedir. Cenk dikkat düzeyi, 4,58 puanla en düşük ortalamaya sahiptir. Cenk, diğer iki öğrenciye kıyasla biraz daha düşük bir dikkat düzeyine sahip olabilir; ancak hala dersleri takip etme ve öğrenme materyallerini işleme konusunda oldukça başarılı olduğu düşünülebilir. Utku'nun derslere yönelik dikkat düzeyi, 4,92 ortalama ile en yüksek seviyededir. Bu durum, onun ders içeriğine ve öğrenme sürecine son derece odaklandığını, ders materyallerini detaylı bir şekilde incelediğini ve ders esnasında yüksek bir konsantrasyona sahip olduğunu göstermektedir. Utku'nun yüksek dikkat düzeyi, dersleri takip etme ve içeriği anlama konusunda muhtemelen daha başarılı olabileceğinin bir göstergesi olabilir. Mert'in dikkat düzeyi ortalama puanı 4,67 olarak ölçülmüştür. Bu durum, derslere yoğun bir şekilde odaklandığını, içeriği dikkatle takip ettiğini ve öğrenmeye karşı ciddi bir ilgi duyduğunu göstermektedir. Mert'in ders materyalleri üzerinde düşünme ve öğrenme etkinliklerine aktif bir şekilde katılma konusunda istekli

olduğu düşünebilir. Bu tutum, başarılı bir öğrenme deneyimi için önemli bir temel oluşturabilir. Genel olarak, tüm öğrencilerin derslere yönelik dikkat düzeyleri oldukça yüksektir. Bu durum, verilen eğitimin öğrencilerin ilgisini çektiğini ve katılımlarını sağladığını göstermektedir.

Uygunluk kategorisi, öğrencilerin ders materyalinin veya eğitim içeriğinin kendi ilgi alanlarına ve ihtiyaçlarına uygunluk düzeyini ifade etmektedir. Öğrencilerin bu kategoriden almış oldukları puanlar, onların ders materyallerini kendi ilgi alanlarına oldukça uygun bulduklarını göstermektedir. Öğrencilerin ders materyallerini ilgi çekici bulmaları, onların derslere daha fazla katılımını ve derinlemesine öğrenmeyi teşvik edebilir. Cenk ve Utku'nun uygunluk ortalamaları, 4,78 ile eşit ve oldukça yüksektir. Bu durum, ders materyallerinin her iki öğrencinin de ilgi alanlarına oldukça uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu puanlar, öğrencilerin ders içeriğini ilgi çekici bulduğunu ve materyalin kendi hedefleri ve öğrenme beklentileriyle uyumlu olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Mert'in uygunluk ortalaması 4,56 olarak belirlenmiştir; ancak bu puan hala yüksek bir uygunluk düzeyini işaret etmektedir ve materyallerin onun ilgi alanlarına uygun olduğunu göstermektedir. Bu durum, ders materyalinin Mert'in beklentileri veya ilgi alanlarına tam olarak uymaması nedeniyle az bir farklılık gösterdiğini düşündürmektedir. Genel olarak, tüm öğrencilerin yüksek uygunluk puanları, öğretim materyallerinin öğrenci ilgi ve ihtiyaçlarına oldukça iyi bir şekilde hizmet ettiğini göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin bu kategoride yüksek puan vermiş olmaları, öğrenmeyi teşvik eden ve öğrencilerin motivasyonunu artıran bir ders tasarımının varlığına işaret etmektedir.

Güven kategorisi, öğrencilerin ders materyallerine ve dersin sunumuna olan inançlarını ölçmektedir. Mert'in güven ortalaması tam puan olan 5,00'dir. Dolayısıyla bu durum, Mert'in sunulan ders içeriğine ve eğitim sürecine güven duyduğunu göstermektedir. Mert'in bu boyutta en yüksek puanı alması, ders materyallerini ve öğretim yöntemlerini tamamen geçerli ve güvenilir bulduğunu, öğretim sürecinin beklentilerini karşıladığını ve içeriğin öğrenci için tutarlı ve anlaşılır olduğunu yansıtmaktadır. Utku'nun güven ortalaması da oldukça yüksek olup 4,78'dir. Bu durum, Utku'nun da ders materyallerine ve öğretim sürecine güven duymasının yanı sıra ders içeriğinin doğruluğu ve sunumun kalitesi konusunda da yüksek bir inanca sahip olduğunu göstermektedir. Cenk ise güven kategorisinde en düşük ortalama olan 4,22 puana sahiptir. Bu puan, Cenk'in ders materyalleri ve

öğretim yöntemleri konusunda diğer iki öğrenciye göre daha az güven duyduğunu göstermektedir; ancak bu puan, hala 5'li Likert ölçeğinde yüksek kabul edilmektedir. Genel olarak, güven kategorisindeki bu puanlar, öğrencilerin dersin içeriğine ve sunumuna yüksek düzeyde güven duyduğunu göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin öğretim yöntemlerini ve materyalleri etkili bulduğunu ve eğitim sürecine aktif olarak katılmak konusunda kendilerini rahat hissettiklerini düşündürmektedir. Eğitimciler için bu tür yüksek güven puanları, dersin başarılı bir şekilde tasarlandığını ve öğrenci katılımını teşvik ettiğini gösteren olumlu göstergelerdir.

Memnuniyet kategorisi, öğrencilerin genel deneyimlerinin olumlu olup olmadığını, beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığını ve dersin veya eğitim materyalinin onlara sağladığı değeri ölçmektedir. Utku'nun memnuniyet ortalaması mükemmel bir puan olan 5,00'dir. Bu durum, Utku'nun derslerden memnun olduğunu ve beklentilerinin karşılandığını göstermektedir. Utku'nun ders materyallerini, öğretim yöntemlerini ve dersin genel akışını olumlu değerlendirdiğini ve olası herhangi bir eleştiri noktası olmadan derslerden maksimum derecede memnuniyet duyduğunu belirtmektedir. Cenk ve Mert'in memnuniyet puanları 4,67 ile yüksek düzeydedir ve her iki öğrencinin de derslerden oldukça memnun olduklarını göstermektedir. Bu puanlar, öğretimin beklentileri büyük oranda karşıladığını ancak Utku'nunkinin aksine mükemmel bir memnuniyet düzeyine ulaşmadığını göstermektedir. Genel olarak, memnuniyet kategorisindeki bu puanlar, öğrencilerin dersle ilgili genel deneyimlerinin olumlu olduğunu ve dersin onların beklentilerini büyük ölçüde karşıladığını göstermektedir. Eğitimciler için bu tür yüksek memnuniyet puanları, dersin başarıyla tasarlandığını, öğrenci katılımını ve motivasyonunu desteklediğini gösteren önemli göstergelerdir.

4.2 Nitel Araştırma Bulguları

Araştırmanın bu bölümünde matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesine yönelik bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1 Hata Türlerine Yönelik Bulgular

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler genellikle sözlü problemleri çözmeyi karmaşık bir görev olarak algırlar ve bu tür problemlerde sıkça hata yapma eğilimindedirler. Dolayısıyla, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin

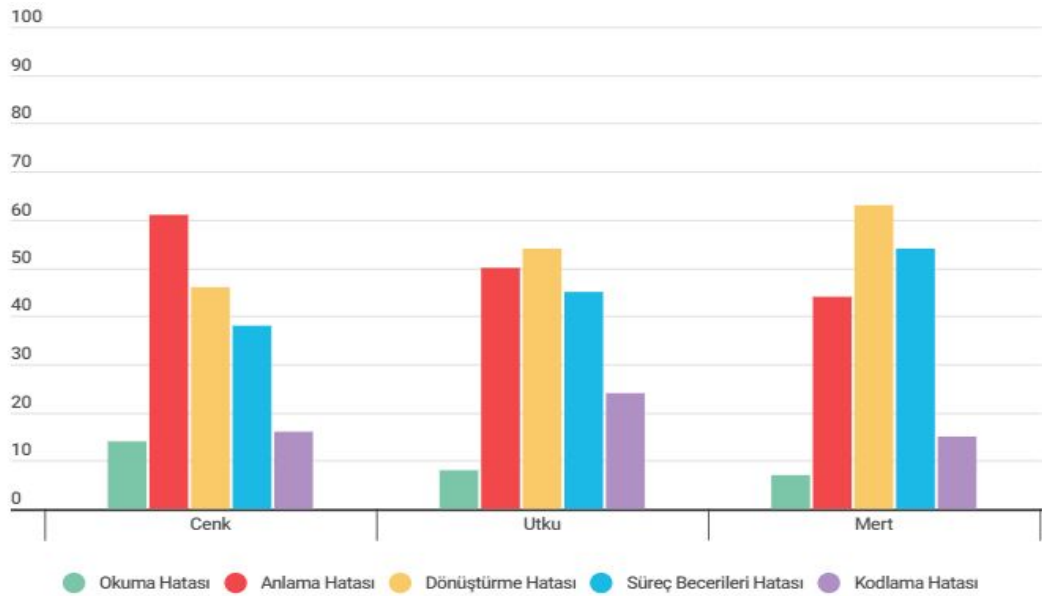
sözlü problemleri daha etkili bir şekilde çözebilmeleri için bu hataların detaylı bir biçimde analiz edilmesi gereklidir. Hata analizi, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problemleri çözerken yaptıkları hata türlerini belirlemek için önemli bir araçtır. Bu çalışma, hata analizi yaklaşımını kullanarak, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problemleri çözerken yaptıkları çeşitli hata türlerini ve sıklıklarını derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problemleri çözerken en çok yaptıkları hataların incelemesi için Newman'ın (1977) hata analizi süreci Tablo 4.5'e göre yorumlanmıştır. Newman'ın hata analizine göre öğrencilerin iki aşamalı sözlü problemleri çözerken yaptıkları hatalar yanlış yanıt verdikleri ya da boş bıraktıkları sorular üzerinden incelenmiş ve analiz edilmiştir (Tablo 4.5). Öğrencilerin yaptıkları hataların kategorisine göre frekansı bulunmuş ve yüzdesi hesaplanmıştır.

Tablo 4.5 Öğrencilerin iki aşamalı problemlerde yaptıkları hata türleri

Hata Türü	Cenk	Utku	Mert
	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>
1. Okuma hatası	14 (%8)	8 (%4)	7 (%4)
2. Anlama hatası	61 (%35)	50 (%28)	44 (%24)
3. Dönüştürme hatası	46 (%26)	54 (%30)	63 (%34)
4. Süreç becerileri hatası	38 (%22)	45 (%25)	54 (%30)
5. Kodlama hatası	16 (%9)	24 (%13)	15 (%8)
Toplam	175 (%100)	181 (%100)	183 (%100)

Araştırmada incelenen öğrenci grubu içerisinde, Cenk, Utku ve Mert isimli öğrencilerin iki aşamalı matematik problemlerinde yaptıkları hatalar derinlemesine analiz edilmiştir. Bu analiz, öğrencilerin problemleri çözme sürecinde farklı türdeki hatalar yapma eğilimlerini ve bu hataların sıklığını ortaya koymaktadır. Öncelikle, okuma hatası oranlarına bakıldığında, öğrencilerin görece düşük hata oranları sergiledikleri gözlemlenmiştir. Cenk'in %8, Utku'nun %4 ve Mert'in %4'lük oranları, problemleri okuma konusunda genel olarak başarılı olduklarını ancak hala geliştirilmesi gereken becerileri olduğunu işaret etmektedir. Anlama hatası,

öğrencilerin matematiksel kavramları yanlış yorumlaması, doğru bağlantıları kurmaması veya matematiksel işlemleri yanlış anlamasıyla ilişkilidir. Cenk'in %35, Utku'nun %28 ve Mert'in %24'lük oranları ile bu alandaki hataların, öğrencilerin problemleri çözme becerilerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Bu durum, matematik problemlerini başarılı bir şekilde çözebilmek için öğrencilerin temel kavramları doğru bir şekilde anlamaları, bu kavramlar arasında doğru bağlantıları kurmaları ve matematiksel işlemleri doğru bir şekilde yorumlamaları gerektiğini göstermektedir. Dönüştürme hatası, öğrencilerin problemleri matematiksel işlemlere dönüştürme becerilerini ölçer. Cenk'in % 26, Utku'nun %30 ve Mert'in %34 gibi yüksek hata oranlarıyla öne çıkması, bu iki öğrencinin dönüştürme becerilerini geliştirmeleri gerektiğine işaret etmektedir. Süreç becerileri hatası ise öğrencilerin problem çözme adımlarını uygulama becerisine yönelik hataları ifade etmektedir. Bu alanda Mert'in %30'luk, Utku'nun %25'lik ve Cenk'in %22'lik bir orana sahip olmaları, problem çözme sürecinde adım adım ilerlemekte zorlandıklarını göstermektedir. Kodlama hatası, problem çözme sürecinde elde edilen çözümün kodlama aşamasında yanlış veya eksik bir şekilde ifade edilmesi sonucu ortaya çıkan hatalardır. Cenk'te %9, Utku'da %13 ve Mert'te %8 gibi görece düşük hata oranlarının görülmesi, öğrenciler arasında bu alandaki becerinin daha iyi olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 4.2 Öğrencilerin Hata Türlerine Yönelik Frekans Grafiği

Araştırmada, her öğrencinin hata sayısının toplamı %100 olarak kabul edilen bir çerçevede, her hata türünün öğrencinin toplam hataları içindeki oransal dağılımı detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde, her üç öğrencinin de farklı hata türlerinde farklı oranlarda hata yaptıkları görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, Cenk'in %8'lik okuma hatası oranı, Utku ve Mert'in her birindeki %4'lük oranlara göre daha yüksektir. Bu durum, Cenk'in metinleri doğru okuma konusunda diğer öğrencilere kıyasla daha fazla zorluk yaşadığını göstermektedir. Cenk'in %35'lik anlama hatası oranı, Utku ve Mert'in oranlarından (%28 ve %24) daha yüksektir. Bu veriler, Cenk'in metinleri anlama ve yorumlama konusunda diğer öğrencilere göre daha fazla güçlük yaşadığını göstermektedir. Cenk'in dönüştürme hatasındaki %26'lık oranı, problemleri çözerken verilen bilgileri uygun matematiksel formüllere veya işlemlere çevirmede zorluk çektiğini göstermektedir. Bu oran, Utku'nun %30 ve Mert'in %34'lük oranlarıyla karşılaştırıldığında daha düşüktür; ancak Cenk'in bu alana yönelik becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Cenk'in %22'lik süreç becerileri hatası oranı, problemleri çözme aşamasında adımları doğru bir şekilde uygulama konusunda zorluk çektiğini göstermektedir. Bu oran, Utku (%25) ve Mert (%30) ile karşılaştırıldığında daha düşüktür; ancak Cenk'in bu alana yönelik becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Cenk'in %9'luk kodlama hatası oranı, Utku (%13) ve Mert (%8) ile benzer düzeydedir. Genel olarak Cenk'in hata analizi verileri anlama, dönüştürme ve süreç becerilerine odaklanılması gerektiğini işaret ederken, okuma ve kodlama becerilerinin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Utku'nun hata analizi, öğrencinin bireysel güçlü yönleri ve gelişim gerektiren alanları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Utku'nun okuma hatası yüzdesi %4 iken, Cenk'in %8 ve Mert'in %4'tür. Bu durum, Utku'nun okuma becerilerinde Cenk'ten daha başarılı olduğunu, ancak Mert ile benzer bir seviyede olduğunu göstermektedir. Utku'nun anlama hatası yüzdesi %28 iken, Cenk'in %35 ve Mert'in %24'tür. Bu durum, Utku'nun metinleri anlama ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Utku'nun dönüştürme hatası yüzdesi %30 iken, Cenk %26 ve Mert %34 olarak hata yapmıştır. Utku'nun dönüştürme hatalarını azaltmak için dönüştürme süreci gözden geçirilmelidir. Utku'nun süreç becerileri hatası %25 iken, Cenk'in %22 ve Mert'in %30'dur. Bu durum, Utku'nun süreç becerileri hatasında Cenk'ten biraz daha düşük, Mert'ten ise daha yüksek bir performans sergilediğini göstermektedir. Utku'nun kodlama hatası

yüzdesi %13'tür, bu oran Cenk'te %9 ve Mert'te %8'dir. Bu durumda, Utku kodlama hatasında Cenk ve Mert'e göre daha yüksek bir hata oranına sahiptir. Dolayısıyla, bu veriler Utku'nun kodlama alanında da desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

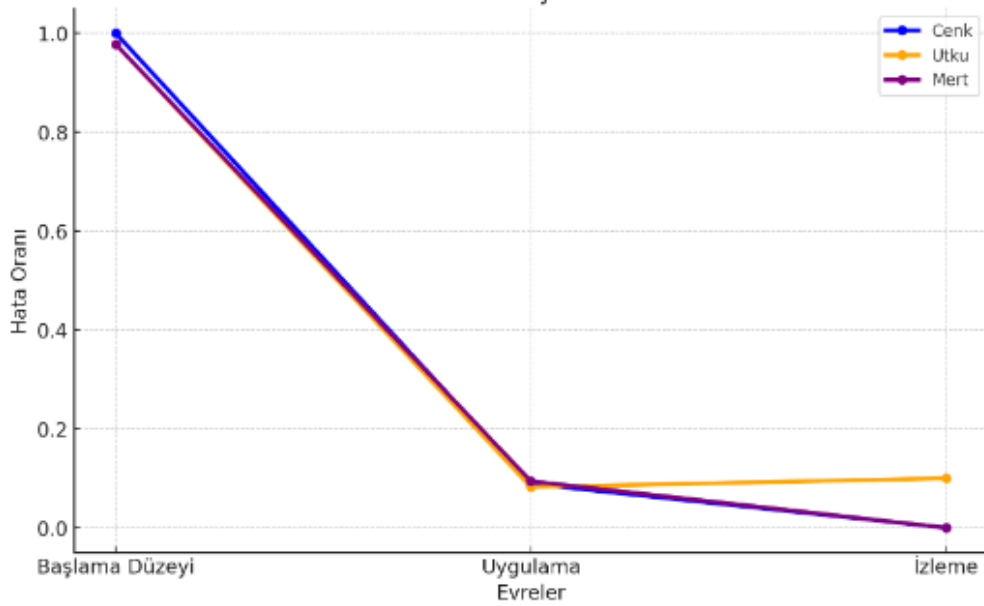
Mert'in okuma hatası yüzdesi %4'tür. Bu hata oranı Utku ile aynıdır ve Cenk'ten daha düşüktür (%8). Dolayısıyla, Mert okuma becerilerinde Utku kadar iyi performans göstermiştir ve Cenk'e kıyasla daha az hata yapmıştır. Mert'in anlama hatası yüzdesi %24'tür. Bu oran, Cenk'in %35 ve Utku'nun %28'lik oranlarına kıyasla daha düşüktür. Dolayısıyla bu durum, Mert'in metinleri hem okuma hem de anlama konusunda oldukça yetkin olduğunu göstermektedir ve bu becerilerin geliştirilmesine yönelik özel bir müdahale gereksinimini azaltmaktadır. Mert'in dönüştürme hatası yüzdesi %34 ile diğer iki öğrenciye göre en yüksektir; Cenk %26 ve Utku %30 dönüştürme hatası yapmıştır. Bu durum, Mert'in dönüştürme hatası konusunda en zayıf performansı sergilediğini göstermektedir. Mert'in süreç becerileri hatası %30'dur, bu oran Cenk'te %22 ve Utku'da %25'tir. Bu durumda, Mert süreç becerileri hatasında hem Cenk'ten hem de Utku'dan daha yüksek bir hata oranına sahip olduğunu göstermektedir. Mert'in kodlama hatası yüzdesi %8'dir. Bu oran Utku'nun %13 ve Cenk'in %9'luk oranlarına kıyasla daha düşüktür. Bu durum, Mert'in kodlama hatası konusunda hem Utku'dan hem de Cenk'ten daha iyi performans sergilediğini göstermektedir. Genel olarak Mert'in performansının okuma, anlama ve kodlama alanlarında diğer öğrencilere kıyasla daha güçlü olduğu görülmektedir.

Toplam hata sayılarına göre, Mert 183 hata ile en yüksek hata sayısına sahiptir. Bu durum, Mert'in genel olarak problem çözme sürecinde en fazla zorluk yaşayan öğrenci olduğunu göstermektedir. Utku ise 181 hata ile ikinci sıradadır ve hatalı cevaplar konusunda Mert'e yakın bir performans sergilemektedir. Cenk ise 175 hata ile en az hata yapan öğrenci olarak öne çıkmaktadır. Bu durum Mert'in problem çözme becerisinde daha başarılı olduğunu göstermektedir. Araştırmadan elde edilen veriler, öğrencilerin problem çözme becerilerini değerlendirmek için önemli bir referans sunmaktadır.

4.2.2 Hata Oranlarına Yönelik Bulgular

Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Başlama düzeyi evresinde her üç öğrencinin yüksek hata oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu evrede, Cenk tüm soruları

yanlış yanıtlarken, Utku ve Mert sadece birer soruyu doğru yanıtlamıştır. Dolayısıyla bu durum, öğrencilerin iki aşamalı sözlü problemleri çözmede önemli zorluklar yaşadıklarını göstermektedir. Uygulama sırasında öğrencilerin hata oranlarında önemli düzeyde azalma olduğu görülmektedir. Cenk, sorulan sorularda sadece 8 yanlış yaparak önemli bir ilerleme kaydederek problem çözme becerilerini geliştirmiştir. Aynı şekilde, Utku ve Mert de benzer şekilde 7 ve 8 yanlış yaparak performans düzeylerini artırmışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgular, VRA öğretim dizisinin öğrencilerin iki aşamalı sözlü problemleri çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. İzleme evresinde Cenk ve Mert, sorularda hiç yanlış yapmamışlardır. Bu durum, öğrencilerin problem çözme becerilerinde önemli bir gelişme olduğunu göstermektedir. Utku ise sadece 2 soruyu yanlış yaparak gelişim göstermiş ancak diğer iki deneğe göre biraz daha az ilerleme kaydetmiştir.



Şekil 4.3 Başlama Düzeyi, Uygulama ve İzleme Evrelerindeki Hata Oranları

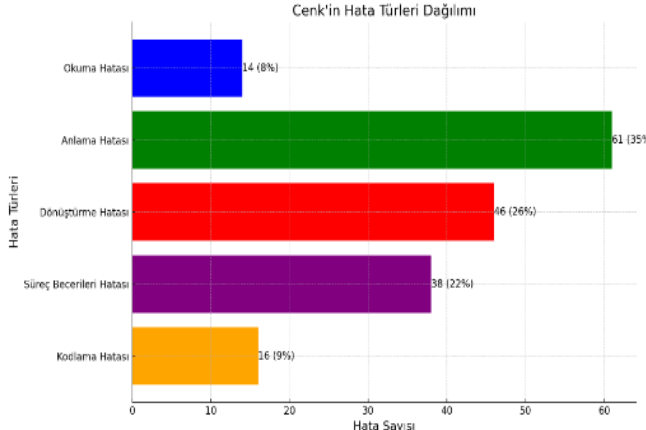
Şekil 4.3'te yer alan grafikte, öğrencilere yönelik müdahalenin başlama düzeyi, uygulama ve izleme evreleri boyunca hata oranlarının değişimi gösterilmektedir. Her bir öğrenci için başlama düzeyinde hata oranları en yüksek iken, uygulama evresinde düşüş göstermiş ve izleme evresinde daha da azalmıştır. Cenk ve Mert izleme evresinde hata yapmamış, Utku ise az sayıda hata yapmaya devam etmiştir. Genel olarak araştırma sonuçları incelendiğinde, matematik

öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için iki aşamalı sözlü problem çözme süreçlerinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin, etkili bir öğretim yöntemi olduğunu göstermektedir.

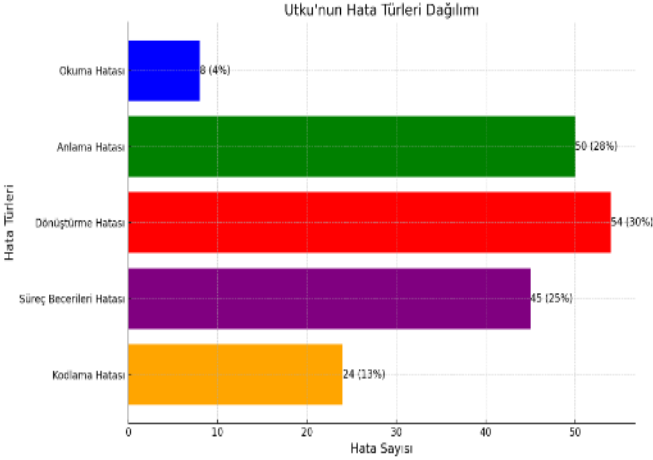
4.3 Entegrasyon

Araştırmanın entegrasyon bölümü, elde edilen nicel ve nitel sonuçların birleştirildiği kritik bir aşamadır. Nicel sonuçlar, sayısal veriler aracılığıyla belirli bir olgunun istatistiksel özelliklerini ve dağılımını gösterirken, nitel sonuçlar, katılımcıların deneyimleri, görüşleri ve duygusal deneyimlerini içeren metinsel verileri kullanarak daha derinlemesine bir anlayış sunar. Bu bölüm, bu iki tür veriyi bir araya getirerek araştırılan olgu hakkında daha kapsamlı bir bakış açısı sunar. Nicel veriler, genellikle sayılar, yüzdeler, ortalamalar gibi ölçümleri içerirken, nitel veriler katılımcıların yaşantılarını ve düşüncelerini ifade eder. Entegrasyon, araştırmanın sonuçlarını daha anlamlı hale getirerek çalışmanın genel etkisini artırır. Mevcut araştırma kapsamında da entegrasyon sonuçları bulunmaktadır. VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılmıştır. Tablo 4.6’da nicel ve nitel verilerin ortak gösterimi yer almaktadır. Bu bağlamda araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeylerini artırdığını ve hata yapma olasılığını azalttığını vurgulayarak bu öğretim yönteminin eğitimdeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. Sonuç olarak araştırma bulguları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili bir öğretim dizisi olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.6 Nicel ve nitel verilerin ortak gösterimi

Nicel Bulgular							Nitел Bulgular		Verilerin Entegrasyonu
Ölçüm	Başlama Düzeyi	Uygulama (Genel)	Uygulama			İzleme			Cenk'in iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin ediniminde ve kalıcılığında VRA öğretim dizisinin etkili olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca Cenk'in başlama düzeyi evresinde yüksek hata oranlarına sahip olduğu görülmektedir; ancak doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisinin uygulanması ile birlikte uygulama ve izleme evrelerinde hata oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama ve izleme evrelerinde toplanan nicel ve nitel verilerin birbirini doğruladığı görülmektedir.
			Sanal	Yarı Somut	Soyut				
Cenk									
Ranj	0	40	40	20	20	0			
Ortalama	0	91,1	88,6	92	93,3	100			
Medyan	0	100	100	100	100	100			
Kararlılık	Kararlı	Değişken	Değişken	Değişken	Değişken	-			
Eğilim	Sıfır	Hızlanma	Hızlanma	Sıfır	Sıfır	-			
		hızlanma		hızlanma	hızlanma				
Tau	-	0,721	-	-	-	1,00			
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100			
Oturum sayısı	5	18	7	5	6	4			
Tekrar edilen ders sayısı	-	3	2	0	1	-			
Cenk için hesaplanan Tau etki büyüklüğü değerleri uygulama ve izleme evreleri için sırasıyla 0,721 ve 1,00 olarak bulunmuştur. ÖVY etki büyüklüğü değerleri uygulama ve izleme evreleri için %100 ve %100 olarak bulunmuştur. Cenk'in iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin ediniminde ve kalıcılığında VRA öğretim dizisinin “etkili” olduğu görülmüştür.							Başlama düzeyi evresinde, Cenk'in yüksek hata oranlarına sahip olduğu gözlenmektedir. Bu aşamada Cenk, tüm soruları yanlış yanıtlarken, uygulama evresinde hata oranında önemli bir düşüş görülmektedir. Cenk, bu aşamada sorulan soruların sadece 8'ini yanlış yaparak, problem çözme becerilerini önemli ölçüde geliştirmiştir. İzleme evresinde Cenk, sorularda hiç yanlış yapmamıştır. Bu durum, Cenk'in problem çözme becerilerinde önemli bir gelişme kaydettiğini göstermektedir.		

Tablo 4.6 Nicel ve nitel verilerin ortak gösterimi (devamı)

Nicel Bulgular							Nitел Bulgular		Verilerin Entegrasyonu
Ölçüm	Başlama Düzeyi	Uygulama (Genel)	Uygulama			İzleme			Utku'nun iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin ediniminde ve kalıcılığında VRA öğretim dizisinin etkili olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca Utku'nun başlama düzeyi evresinde yüksek hata oranlarına sahip olduğu görülmektedir; ancak doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisinin uygulanması ile birlikte uygulama ve izleme evrelerinde hata oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama ve izleme evrelerinde toplanan nicel ve nitel verilerin birbirini desteklediği görülmektedir.
			Sanal	Yarı Somut	Soyut				
Utku									
Ranj	20	40	20	40	20	20			
Ortalama	2,2	91,8	96	88,6	92	90			
Medyan	0	100	100	100	100	90			
Kararlılık	Kararlı	Değişken	Kararlı	Değişken	Kararlı	-			
Eğilim	Sıfır	Hızlanma	Hızlanma	Yavaşlama	Hızlanma	-			
Tau	-	0,812	-	-	-	0,866			
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100			
Oturum sayısı	9	17	5	7	5	4			
Tekrar edilen ders sayısı	-	2	0	2	0	-			
Utku için hesaplanan Tau etki büyüklüğü değerleri uygulama ve izleme evreleri için sırasıyla 0,812 ve 0,866 olarak bulunmuştur. ÖVY etki büyüklüğü değerleri uygulama ve izleme evreleri için %100 ve %100 olarak bulunmuştur. Utku'nun iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin ediniminde ve kalıcılığında VRA öğretim dizisinin “etkili” olduğu görülmüştür.							Başlama düzeyi evresinde, Utku'nun yüksek hata oranlarına sahip olduğu gözlenmektedir. Bu aşamada Utku sadece bir soruyu doğru yanıtlamıştır. Uygulama evresinde Utku'nun hata oranlarında önemli düzeyde azalma olduğu görülmektedir. Bu aşamada, Utku 7 yanlış yaparak performans düzeyini artırmıştır. İzleme evresinde, Utku sadece 2 soruyu yanlış yaparak gelişim göstermiş ancak diğer iki deneğe göre biraz daha az ilerleme kaydetmiştir.		

Tablo 4.6 Nicel ve nitel verilerin ortak gösterimi (devamı)

Nicel Bulgular							Nitel Bulgular		Verilerin Entegrasyonu
Ölçüm	Başlama Düzeyi	Uygulama (Genel)	Uygulama			İzleme	Mert'in Hata Türleri Dağılımı		
			Sanal	Yarı Somut	Soyut				
Mert									
Ranj	20	40	40	20	20	0			Mert'in iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin ediniminde ve kalıcılığında VRA öğretim dizisinin etkili olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca Mert'in başlama düzeyi evresinde yüksek hata oranlarına sahip olduğu görülmektedir; ancak doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan VRA öğretim dizisinin uygulanması ile birlikte uygulama ve izleme evrelerinde hata oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Araştırmanın başlama düzeyi, uygulama ve izleme evrelerinde toplanan nicel ve nitel verilerin birbirini doğruladığı görülmektedir.
Ortalama	2,2	90,6	86,7	92	93,3	100			
Medyan	0	100	90	100	100	100			
Kararlılık	Kararlı	Kararlı	Değişken	Kararlı	Değişken	-			
Eğilim	Sıfır	Hızlanma	Hızlanma	Hızlanma	Sıfır	-			
	hızlanma				hızlanma				
Tau	-	0,803	-	-	-	0,905			
ÖVY	-	%100	-	-	-	%100			
Oturum sayısı	9	17	6	5	6	4			
Tekrar edilen ders sayısı	-	2	1	0	1	-			
							Başlama düzeyi evresinde, Mert'in yüksek hata oranlarına sahip olduğu gözlenmektedir. Bu aşamada Mert sadece bir soruyu doğru yanıtlamıştır. Uygulama evresinde Mert'in hata oranlarında önemli düzeyde azalma olduğu görülmektedir. Bu aşamada Mert, 8 hata yaparak başarı düzeyini artırmıştır. İzleme evresinde Mert, sorularda hiç yanlış yapmamıştır. Bu durum, Mert'in problem çözme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini yansıtmaktadır.		

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiği incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğu, öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performansları üç aşamalı sözlü problemlere genelleyeabildikleri ve müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini sürdürdükleri görülmüştür. Araştırmanın sosyal geçerlik verileri ise, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin VRA öğretim dizisi ile ilgili olumlu görüş belirttiklerini göstermektedir. Bu bulgular, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini desteklemek için etkili bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.

Mevcut araştırmada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türleri ve sıklıkları belirlenmiş ve bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolü incelenmiştir. Problem çözme sürecinde öğrencilerin en çok anlama, dönüştürme ve süreç becerileri hatalarını yaptıkları görülmüştür. Ayrıca matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin etkili olduğu görülmüştür. Bu durum, özel gereksinimli öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirirken öğretmenlerin doğru öğretim yöntemlerini kullanmasının önemini ortaya koymaktadır.

Bu araştırmada, VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılmıştır. Bu bağlamda araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeylerini artırdığını ve hata yapma olasılığını azalttığını vurgulayarak bu öğretim yönteminin eğitimdeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. Mevcut araştırma bulguları, eğitimdeki yenilikçi ve etkili öğretim yaklaşımlarının matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin başarısını artırabileceğini göstermektedir.

Araştırma bulguları matematik öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine sözlü problem çözme becerilerinin kazandırılmasında VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde özel gereksinimli olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğinin belirlenmesine yönelik sadece bir araştırma bulunmaktadır (Root ve ark., 2021). Root ve arkadaşları (2021) otizm spektrum bozukluğu veya zihinsel yetersizliği olan yaşları 13 ile 15 yaş arasında değişen üç ortaokul öğrencisine çarpımsal karşılaştırma problem çözme becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, mevcut araştırmada elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Ayrıca bu çalışmada yalnızca tek aşamalı sözlü problem çözme becerilerinin öğretimi yapılmış olup iki aşamalı problemlere odaklanılmamıştır. Bu nedenle mevcut araştırma matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere iki aşamalı sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştıran ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır.

Alan yazında VRA öğretim dizisinin özel gereksinimli öğrencilere farklı matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretiminde kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018; Park, 2019; Terzioğlu, 2020). Bouck ve arkadaşları (2017), öğrenme güçlüğü, işitme yetersizliği ve zihinsel yetersizliği olan ve yaşları 14 ile 15 yaş arasında değişen üç ortaokul öğrencisine eşdeğer kesirlerin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Bouck ve arkadaşları (2018) yaptıkları diğer bir çalışmada zihinsel yetersizliği olan ve yaşları 12 ve 13 olan iki ortaokul öğrencisine basamak değeri, toplama işlemi, çıkarma işlemi ve çarpma işlemi becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini vurgulamışlardır. Park (2019) yaşları 11-14 arasında değişen biri zihinsel yetersizlik üçü otizm spektrum bozukluğu olan dört öğrenciye çıkarma işlemi becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştırmıştır. Bu çalışmada özel gereksinimli öğrencilere çıkarma işlemi becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Terzioğlu (2020) zihinsel yetersizliği olan ve yaşları 7-12 arasında değişen yedi öğrenciye toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlem becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu bulmuştur. Bu çalışmalar, mevcut araştırmada elde edilen bulguları desteklemektedir.

Park ve arkadaşları (2021) yaşları 11-13 arasında değişen biri otizm spektrum bozukluğu ve ikisi öğrenme güçlüğü olan üç öğrenciye çarpma işlemi becerisinin öğretiminde VRA'yı aşırı öğrenme öğretim dizisiyle incelemişler ve bu öğretim dizisinin aşırı öğrenme ile birlikte kullanımın matematik becerilerinin öğretiminde etkili ve kalıcı olduğunu göstermişlerdir. Mevcut araştırmada da VRA öğretim dizisi ile aşırı öğrenmenin birlikte kullanılmasının, sözlü problem çözme becerilerinin sürdürülmesini desteklediği görülmüştür. Daha önceki aşırı öğrenme çalışmalarıyla tutarlı olarak (Driskell ve ark., 1992; Hagman ve Rose, 1983), daha yüksek ustalık ölçütlerine sahip ek oturumların dahil edilmesi, öğrencilerin matematik becerilerini korumalarına yardımcı olduğunu göstermektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performansları üç aşamalı sözlü problemlere genelleyeabildiklerini göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde VRA öğretim dizisi ile öğretimi yapılan matematik kavramlarının ve becerilerinin genelleme etkisinin incelendiği bir araştırma bulunmaktadır (Terzioğlu, 2020). Terzioğlu'nun (2020) çalışmasında, zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin dört işlem becerilerini farklı ortamlara ve kişilere genellemede VRA öğretim dizisinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Mevcut araştırma bu öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı sözlü problem becerilerini üç aşamalı problemlere genelleme etkisini ortaya koyması açısından önemlidir.

Araştırmadan elde edilen bulgular matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin öğretim tamamlandıktan 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra da kazandıkları sözlü problem çözme becerilerini koruyup sürdürebildiklerini göstermektedir. Özel gereksinimli öğrencilere VRA öğretim dizisi ile öğretim yapılan matematik kavramlarının ve becerilerinin kalıcı olduğunu gösteren araştırmaların bulgularıyla desteklenmektedir (Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018; Park, 2019; Terzioğlu, 2020). Bu bulgular, VRA öğretim dizisinin öğrencilerin matematik becerilerini sürdürülebilir bir şekilde geliştirmeye yardımcı olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın bulguları matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin VRA öğretim dizisiyle ilgili olumlu görüşler belirttiklerini göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde sosyal geçerlik verilerini elde etmek amacıyla araştırmaya katılan öğrenci ve öğretmenlerden bu öğretim dizisi ile ilgili görüşler alındığı görülmüştür.

(Bouck ve ark., 2017; Bouck ve ark., 2018; Park, 2019; Root ve ark., 2021; Terzioğlu, 2020). Araştırmaların sosyal geçerlilik verileri, VRA öğretim dizisinin matematik eğitiminde etkili bir yöntem olduğunu ve öğrencilerin matematik başarısını artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu çalışmalar ile mevcut araştırmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın uygulama sürecinde matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisi doğrudan öğretim yönteminin aşamalarına göre sunulmuştur. Mevcut araştırma bulguları doğrudan öğretim yönteminin aşamaları izlenerek yapılan VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Mevcut araştırmanın sonuçları ile önceki araştırmaların bulguları benzerlik göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde CRA, VRA ve VA (Virtual-Abstract) öğretim dizilerinin doğrudan öğretim yöntemi ile birlikte sunulması gerektiği önerilmektedir (Bouck ve ark., 2017; Flores ve ark., 2018; Root ve ark., 2017). Ayrıca doğrudan öğretim yöntemi, matematikte kanıta dayalı bir uygulama olarak kabul edilir ve özel gereksinimli öğrencilerin eğitiminde bu öğretim yönteminin kullanılması önerilir (National Center on Intensive Intervention, 2016; Root ve ark., 2017).

Alan yazında özel gereksinimli öğrencilerde manipülatif kullanımının etkili olduğuna ilişkin birçok araştırma bulunmaktadır. Bununla birlikte bazı araştırmalar sanal manipülatiflerin somut manipülatiflerden daha etkili olduğunu göstermiştir (Satsangi ve Miller, 2017). Mevcut çalışmada da sanal manipülatif kullanmanın matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerilerini kazandırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Somut manipülatiflerle karşılaştırıldığında sanal manipülatiflerin birçok faydası olduğu söylenebilir. Sanal manipülatifler, matematik kavram ve becerilerinin öğrenimine katkı sağlayarak öğrencilere geri bildirimler sunar. Örneğin, sayıları onluk bloklarla temsil eden sanal manipülatifler, öğrencilerin bloklar üzerindeki eylemleri ile dinamik olarak ilişkilidir, bu nedenle öğrenci blokları değiştirdiğinde görüntülenen sayı otomatik olarak güncellenir. Bu özellik, öğrencilerin etkinlikleri daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Sanal manipülatifler, somut manipülatiflere kıyasla öğrencilere anında ve doğrudan geri bildirim sağladığı için öğrenciler eylemlerinin sonuçlarını kaçırmazlar. Bu nedenle, sanal manipülatifler öğrencilerin fiziksel deneyimlerini artırabilir ve sembolik temsillere daha yakın bir ilişki kurmalarına yardımcı olabilir. Sanal manipülatifler, öğrencilere eylemlerini kaydetme ve sonradan tekrar oynatma

imkanı sunar. Bilgisayarlar, statik konfigürasyonlardan daha fazlasını saklama kapasitesine sahiptirler. Bir dizi eylemi tamamladıktan sonra bu eylemleri hatırlamak genellikle zor olabilir; ancak bilgisayarlar, manipülatifler üzerindeki eylemlerin sırasını kaydetme ve daha sonra tekrar oynatma yeteneğine sahiptir. Sanal manipülatifler sayesinde eylemlerimizi kaydedebilir, daha sonra oynatabilir, değiştirebilir ve inceleyebiliriz. Ayrıca sanal manipülatiflerin kullanımlarının daha kolay ve hızlı olması, kolaylıkla taşınabilir olması (Satsangi ve Miller, 2017), sosyal olarak daha kabul edilebilir olması (Bouck ve ark., 2018) ve öğrenciler tarafından daha ilgi çekici bulunması (Bouck ve ark., 2018) diğer faydaları arasında sayılabilir. Son olarak, sanal manipülatifler ücretsizdir ve herkes tarafından erişilebilirdir; ancak somut manipülatifler düşük bir maliyetle satın alınabilir ve genellikle okul veya diğer eğitim ortamlarının dışında erişilebilir değildir.

Mevcut araştırmada öğrencilerin çalışmaya istekli bir şekilde katıldıkları gözlemlenmiştir. Özellikle araştırmanın diğer aşamalarıyla karşılaştırıldığında sanal aşamaya daha fazla ilgi gösterdikleri görülmüştür. Bunun nedeninin sanal aşamada bilgisayar kullanımının olabileceği düşünülmektedir. Bilgisayar veya tabletler sanal manipülatiflerle etkileşim kurmanın ve bunları kullanmanın yeni bir yolunu açmıştır. Farklı yaşlardaki öğrenciler sanal manipülatiflerle farklı şekillerde etkileşime girerek manipülatiflerden faydalanabilir (Moyer-Packenham ve ark. 2016). Bu araştırmanın bulguları alanyazındaki çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Bouck ve ark., 2012). Ayrıca alan yazında yer alan bazı çalışmalarda özel gereksinimli öğrencilerin öğretimlerde somut manipülatifler yerine sanal manipülatifleri tercih ettikleri ortaya konmuştur (Satsangi ve ark., 2016). Bu durumun nedeni olarak genellikle küçük çocuklarla ilişkilendirilen somut manipülatiflerin özellikle ortaokula devam eden yaşı daha büyük olan özel gereksinimli öğrencilerle öğretim yapılırken kullanılmasının bu öğrencilerin daha fazla etiketlenmesi ve utanç duyması gösterilebilir (Satsangi ve Miller, 2017).

VRA öğretim dizisinin etkililiğini inceleyen araştırmalarda yarı somut aşamada öğrencilerin matematiksel kavramları ve becerileri temsil eden resim çizme becerisinde zorlandıkları ortaya konmuştur (Bouck ve ark., 2017). Bundan dolayı bazı çalışmalarda yarı somut aşama bu öğretim dizisinden çıkarılarak sanal-soyut öğretim dizisi (VA) kullanılmıştır. Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin bu aşamada zorlanmadıkları görülmüştür; ancak diğer aşamalara göre bu aşama daha uzun sürmüştür. Bouck ve arkadaşlarının (2017)

matematik becerilerinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin kullanımına yönelik yapmış oldukları araştırmada en çok zorlanılan ve vakit harcanan aşama olarak yarı somut aşama olduğu belirtilmiştir. Bu araştırma bulguları mevcut araştırma bulgularını desteklemektedir.

Sözlü problemleri çözmek, öğrenciler için genellikle zor olabilir; çünkü bu tür problemler problemi okuma, önemli bilgileri belirleme, çözüm için plan yapma ve problemi çözme adımlarını gerektirir (Krawec, 2014; Powell ve ark., 2015; Swanson ve ark., 2014). Ayrıca, bazı sözlü problemlerde öğrenciler çizelge veya grafiklerdeki bilgileri bulmalı, çoklu hesaplamalar yapmalı veya görsel temsiller kullanmalıdır (Powell, 2011). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler de benzer şekilde sözlü problemlerde zorluk yaşayabilirler. Bryant ve arkadaşları (2000), matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin 29 matematik becerisini tanımlayan bir çalışma yapmıştır. Özel eğitim öğretmenlerinden, öğrencilerinin davranışlarını sıklıkla sergileme açısından bu becerileri sıralamalarını istemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sözlü problemleri çözmede zorluk yaşama ifadesi birinci sırayı, çok aşamalı problemleri çözmede zorluk yaşama ifadesi ise ikinci sırayı almıştır. Dolayısıyla, sözlü problemler ve çok aşamalı problemler, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için büyük bir endişe kaynağı olarak görülmektedir. Mevcut araştırmanın bulguları da matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin bu tür problemlerde zorlandıklarını doğrulamaktadır.

Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerisinde yapmış oldukları hatalar analiz edilerek hata türleri ve sıklıkları ile VRA öğretim dizisinin hataları azaltmadaki rolü incelenmiştir. Araştırmada, problem çözme süreçlerinde yapılan hataların çeşitlilik gösterdiği ve bu hataların belirli kategorilerde toplandığı tespit edilmiştir. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik gerçekleştirilen hata analizi, öğrencilerin en çok hataları anlama, dönüştürme ve süreç becerileri aşamalarında yaptıklarını, en az hataları ise okuma ve kodlama aşamalarında gerçekleştirdiklerini ortaya koymuştur. Bu bulgular, öğrencilerin hatalarını belirli aşamalarda yoğunlaştırdığını ve bu aşamalarda daha fazla desteğe ihtiyaç duyduklarını göstermektedir.

Araştırma sonuçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme sürecinde anlama hataları yaptıklarını göstermektedir. Bu tür hataların ortaya çıkmasının birkaç olası nedeni bulunmaktadır. Öğrenciler, problem metnini yeterince dikkatli okumadıklarında veya metni anlamadıklarında hatalar

yapabilirler. Problem metni karmaşık veya uzun olabilir ve öğrenciler metni tam olarak anlamadan işlemlere başlayabilirler. Ayrıca, öğrenciler problemi çözerken ilgisi olmayan veya gereksiz bilgileri kullanabilirler. Bu durum, problemi yanlış bir şekilde çözmelerine neden olabilir. Öğrenciler, problemdeki matematiksel ilişkileri veya desenleri görmekte zorlanabilirler. Bu durum, problemin çözümünü yanlış yönlendirebilir. Bu sorunların yanı sıra öğrenciler, temel matematik kavramlarını eksik veya yanlış anladıklarında problemlerde hata yapabilirler. Matematiksel temellerin sağlam olmaması, problem çözme yeteneklerini olumsuz etkileyebilir. Özellikle araştırmanın başlangıcında, öğrencilerin problem metnini eksik veya yanlış anlama eğiliminde oldukları ve bu nedenle problemin çözümünde ilerleme kaydetmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ancak, araştırma sürecinin ilerleyen aşamalarında, öğrencilerin bu anlama becerilerini geliştirdikleri ve daha etkili bir şekilde problemleri çözmeye başladıkları görülmüştür. Bu sonuçlar, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanan eğitim programlarının ve öğretim yöntemlerinin önemini ortaya koymaktadır. Mevcut araştırma sonuçları, daha önceki çalışmalarla örtüşerek benzer bir eğilimi yansıtmaktadır. Karataş ve Güven (2003) ile Saleh ve arkadaşlarının (2017) çalışmaları gibi önceki araştırmalar da öğrencilerin problem çözme sürecinde yetersiz anlama becerilerinin hatalara yol açtığını göstermiştir. Bu sonuçlar, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için anlama hatalarına daha fazla önem verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Mevcut araştırmanın sonuçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problemi okuduktan sonra nedenini anlamadan hemen dört işlem yapmaya başlama eğiliminde olduklarını ortaya koymuştur. Bu durumun birkaç olası nedeni olabilir. Öğrenciler, matematik problemleriyle hızlıca başa çıkmak ve sonuca ulaşmak isteyebilirler. Bu nedenle problemi hızlı bir şekilde çözmek için dört işlemi kullanma eğiliminde olabilirler. Ayrıca, öğrenciler problem metnini yeterince dikkatli okumamış veya anlamamış olabilirler. Bu nedenle problemin içeriği ve gereksinimleri hakkında eksik veya yanlış bilgiye sahip olabilirler. Başka bir olasılık ise, öğrenciler problemi anlama ve matematiksel ilişkileri kurma konusunda yetersiz becerilere sahip olabilirler. Bu durumda, dört işlem yapmaya yönelmek, eksik becerileri telafi etmek için bir strateji olarak kullanılabilir. Araştırmanın başlangıcında, öğrencilerin problemi okuduktan sonra nedenini bilmeden doğrudan dört işlem yapmaya başladıkları gözlemlenmiştir. Ancak

öğretim sürecinin ilerleyen aşamalarında ve öğretim sonunda yapılan değerlendirmelerde, öğrencilerin problemin çözümü için doğrudan dört işlem yapmak yerine, öğrendikleri becerilere odaklanarak daha planlı bir şekilde çözüm yolu geliştirdikleri gözlenmiştir. Bu gelişme, öğretim sürecinin etkili olduğunu ve öğrencilerin problem çözme yaklaşımlarının zaman içinde olumlu bir şekilde değişebileceğini göstermektedir. Yoshida ve arkadaşlarının (1997) çalışmasına göre, bu hataları yapan öğrenciler, problemi anlamadan genellikle problemde verilen sayıları kullanarak işlem yapmaya öncelik vermektedirler. Yoshida ve arkadaşları (1997) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları, mevcut araştırmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırma sonuçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme sürecinde dönüştürme hataları yaptıklarını göstermektedir. Dönüştürme hatalarının ortaya çıkmasının birkaç olası nedeni bulunmaktadır. Bu tür hatalar, matematiksel işlemlerin yanlış bir biçimde uygulanması veya problemin yanlış bir şekilde yeniden ifade edilmesiyle ilişkili olabilir. Ayrıca, öğrenciler işlem sırasının yanlış anlaşılması veya sayıların yanlış bir biçimde temsil edilmesi gibi nedenlerle dönüştürme hataları yapabilirler. Araştırmanın başlangıcında, öğrencilerin problem çözme sürecinde dönüştürme hataları yapma eğiliminde oldukları ve bu nedenle problemin çözümünde ilerleme kaydetmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ancak araştırmanın ilerleyen aşamalarında, öğrencilerin bu hataları azalttıkları ve daha etkili bir şekilde problemleri çözmeye başladıkları görülmüştür. Bu gelişme, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin zaman içinde gelişebileceğini ve öğretim sürecinin bu gelişime katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Kroll ve Miller (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, bazı öğrencilerin dört işlemi yapabilecek yetenekte oldukları ancak problem çözerken hangi işlemleri kullanmaları gerektiğini belirleyemedikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin işlem seçme becerilerinin eksik olduğunu göstermektedir. Kroll ve Miller (1993) tarafından yapılan bu çalışmanın sonuçları, mevcut araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Öğrencilerin yaptığı hatalar arasında, aritmetik işlemleri gerçekleştirirken yapılan basit işlemsel hatalar da dikkat çekmektedir. Bu tür hataların ortaya çıkmasının birkaç olası nedeni bulunmaktadır. Özellikle uzun veya karmaşık işlemler sırasında dikkatin dağılması veya eksik olması işlemsel hatalara neden olabilir. Bu durumda öğrenci, işlemi tamamlarken bir adımı atlayabilir veya yanlış

uygulayabilir. Ayrıca, matematik işlemleri, belli bir sıra veya kurala göre yapılmalıdır. Bu kuralların yanlış anlaşılması veya uygulanması işlemsel hatalara yol açabilir. Matematiksel kavramların veya işlem kurallarının tam olarak anlaşılmasında, işlemsel hatalara neden olabilir. Öğrenci, işlemi yaparken eksik veya yanlış bilgiye dayalı hatalar yapabilir. Öğrenciler işlemi hızlıca tamamlamak veya sonuca ulaşmak istediklerinde dikkatsizlikleri artabilir ve hatalar yapabilirler. Sorunun hızlıca çözülmesi, işlem hatası riskini artırabilir. Değerlendirme sırasında öğrencinin yaşadığı kaygı veya stres durumu da işlemsel hatalara neden olabilir. Araştırmanın başlangıcında, öğrencilerin problem çözme sürecinde işlemsel hatalar yapma eğiliminde oldukları ve bu nedenle problemin çözümünde ilerleme kaydetmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ancak araştırmanın ilerleyen aşamalarında, öğrencilerin bu hataları azalttıkları ve daha etkili bir şekilde problemleri çözmeye başladıkları görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin zaman içinde geliştiğini ve öğretim sürecinin etkili olduğunu göstermektedir. Alan yazın incelemesi sonucunda, işlemsel hataların nedenleri üzerine yapılan araştırmaların benzer sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmektedir. Gökkurt ve arkadaşlarının (2015) çalışmasına göre, öğrencilerin problemi düşünmeden çözmek istemeleri, işlemsel hataların bir nedeni olarak gösterilebilir. Ayrıca, Erbaş ve Okur'un (2012) çalışmasında da işlemsel hataların öğrencilerin sadece sonuca hızlı bir şekilde ulaşma amacı güttükleri ve başka sorulara geçme isteğiyle bağlantılı olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, alan yazında yer alan çalışmaların bulguları, mevcut araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere VRA öğretim dizisi ile problem çözme becerilerinin öğretim sürecinde ve sonrasında hatalarında bir azalma gözlenmiştir. Bu çalışma matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde VRA öğretim dizisinin kullanımının hataları azaltmadaki rolüne ilişkin yapılan ilk çalışma olması bakımından önemlidir. Bu sonuçlar, VRA öğretim dizisinin özel gereksinimli öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, "Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın" (No Child Left Behind-NCLB) yasasının 2002 yılında kabul edilmesi, özel gereksinimli öğrencilerin problem çözme becerileri ile ilgili endişeleri artırmıştır. Bu nedenle, birçok araştırmacı matematik öğretiminde etkili yöntemleri

belirlemeye odaklanmıştır. Mevcut araştırma, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik etkili öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayarak bu alandaki önemli bir eksikliği doldurmuştur.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme sürecinde zorluk yaşadıkları açıktır. Mevcut araştırma bulguları, özellikle bu zorlukları hedefleyen öğretim yöntemlerinin, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirebileceğini vurgulamaktadır. CCSS (Common Core State Standards) ve NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) tarafından vurgulandığı üzere, problem çözme becerileri matematik yeterliliği için kritik bir öneme sahiptir. Bu vurgu, problem çözme becerisinin etkili bir şekilde öğretilmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Mevcut araştırmanın sonuçları, özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde etkili öğretim yöntemlerini belirlemek adına önemli bir kaynak olabilir.

Araştırmada belirlenen hatalar, öğretmenlere öğrencilerin kavramsal ve işlemsel zorluklarını anlamaları için önemli bir fırsat sunmaktadır. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere etkili bir şekilde öğretim sunabilmek için hata türlerinin belirlenmesi ve düzeltilmesi önemlidir. Bu nedenle önceki araştırmalar, öğretmenlerin hataları düzeltme becerilerini geliştirmek için eğitim almalarının gerekebileceğini vurgulamaktadır. Örneğin, Riccomini (2005), eğitimcilerin öğrencilerin çıkarma problemlerindeki hatalarını tespit etme ve bu hatalara dayalı olarak öğretim sağlama becerilerini geliştirmiş; ancak, öğrencilere bu hataları düzeltme konusunda bir öğretim sunmamıştır. Riccomini, öğrenci hatalarının örüntülerini tespit etme konusunda etkili olmalarına rağmen, öğretmenlerin bu tespit edilen hataları düzeltme konusunda uygun öğretim sunmakta sürekli olarak zorlandıklarını belirlemiştir. Bu çalışma önemli bir konuya dikkat çekmektedir. Hata analizinin öğretimi yönlendirmek için kritik bilgiler sunduğu göz önüne alındığında, öğretmenlerin bu hataları analiz etmekten ziyade kavramsal yanılgıları etkili bir şekilde düzelten düzeltici öğretim sağlamak için ek eğitim ihtiyacı olabileceği vurgulanmaktadır. Dolayısıyla, öğretmenlerin tespit edilen hataları düzeltici öğretimle etkili bir şekilde ilişkilendirebilmeleri için çözüm yolları ele alınmalıdır.

Bu çalışmanın sonuçları, uygulayıcılar ve öğretmen eğitimi programları için de önemli çıkarımlar sunmaktadır. Hata analizinin kritik bir öneme sahip olduğu açıktır. Hata analizi, öğretmenlere öğrencilerin özel zorluklarını tanımlama ve bu

zorluklarla başa çıkma konusunda tanısal ve öğretimsel bir temel sunar. Hata analizi yoluyla elde edilen ve analiz edilen veriler aynı zamanda öğrenci ilerlemesini takip etmek için de büyük önem taşır. Öğretmenler, öğrencilerin kavram yanlışlarını ve sorunlu alanlarını belirleyerek öğretimi özelleştirebilir ve daha yoğun müdahale gerektiren alanlarda öğretim stratejileri geliştirebilirler. Bir öğrencinin hata örüntülerine odaklanan öğretim, o öğrencinin matematik başarısını artırma potansiyeline sahiptir (Foley ve Cawley, 2003).

Araştırmada, problem çözme sürecinin herhangi bir aşamasında zorlanan öğrencilerin, problemi çözmekten vazgeçmek yerine araştırmacıdan yardım talep ettikleri ve çözüm için çaba sarf ettikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirme ve kararlılıkla sorunların üstesinden gelme yeteneklerini yansıttığını ortaya koymaktadır. Araştırmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin problem çözme sürecinde karşılaştıkları zorlukları aşma konusundaki istekliliklerini ve belirli bir hedefe ulaşma konusundaki azimlerini vurgulamaktadır. Ayrıca, öğrencilerin matematik dersine olan bakış açılarında olumlu değişiklikler gözlemlenmiştir. Özellikle, matematiği günlük yaşam problemleriyle ilişkilendirme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Bu durum, matematiği soyut bir kavramdan ziyade günlük hayatlarına entegre edilebilir bir araç olarak gördüklerini işaret etmektedir. Öğrencilerin matematikle ilgili olumlu bir tutum geliştirmeleri, matematik öğrenme sürecinde daha motive olmalarına ve başarılarını artırmalarına katkı sağlayabilir.

Tüm bu bilgiler ışığında bu araştırmanın bazı açılardan önem taşıdığı söylenebilir. Araştırma bulguları matematik öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine sözlü problem çözme becerisinin ediniminde, iki aşamalı sözlü problem çözme becerilerini üç aşamalı sözlü problemlere genellemede ve öğrencilerin müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra kazandıkları becerileri koruyup sürdürebilmelerinde doğrudan öğretim yöntemiyle sunulan VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu araştırmanın sosyal geçerlik verileri ise, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin VRA öğretim dizisine ilişkin olumlu görüşlerini yansıtmaktadır. Mevcut araştırmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hatalar analiz edilerek hata türleri ve sıklıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik

öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlar yapılmıştır. Bu bağlamda, araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeylerini artırdığını ve hata yapma olasılığını azalttığını vurgulayarak bu öğretim yönteminin eğitimdeki kritik rolünü açıkça ortaya koymaktadır. Bu durumda farklı öğrenme ihtiyaçları ve yetenekleri olan öğrencilerin eğitiminde VRA öğretim dizisinin etkili bir yaklaşım sunması mümkündür. Dolayısıyla, bu çalışma özel eğitim alan yazınında özel gereksinimli öğrencilerin matematikte başarılı olmalarını sağlayacak araştırmaya dayalı bir müdahale ekleme potansiyeli taşımaktadır. Bu araştırma aynı zamanda sözlü problemleri çözmede zorluk yaşayan olağan gelişim gösteren öğrencilerin eğitimlerine yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Genel eğitim sınıflarındaki tüm öğrencilere öğretim sağlamaya yönelik artan eğilim göz önüne alındığında, başarılı yöntem ve tekniklerin kullanımının genel eğitim öğretmenleri ve özel eğitim öğretmenleri tarafından benimsenmesi muhtemeldir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın ilk amacı matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin edinimi, kalıcılığı ve genellemesinde VRA öğretim dizisinin etkililiğini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğu, öğrencilerin sözlü problem çözme becerisi öğretiminde gösterdikleri performansları farklı türdeki sözlü problemlere genellerebildikleri ve müdahale sona erdikten 1, 2, 3 ve 4 hafta sonra öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerini sürdürdükleri görülmüştür. Araştırmanın sosyal geçerlik verileri ise, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin VRA öğretim dizisi ile ilgili olumlu görüş belirttiklerini göstermektedir.

Araştırmanın ikinci amacı matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yaptıkları hata türlerinin ve sıklıklarının belirlenmesi ile bu hataların azaltılmasında VRA öğretim dizisinin rolünün incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hatalar analiz edilerek hata türleri belirlenmiştir. Problem çözme sürecinde öğrencilerin en çok anlama, dönüştürme ve süreç becerileri hatalarını yaptıkları görülmüştür. Ayrıca matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme sürecinde yapmış oldukları hataları azaltmada VRA öğretim dizisinin etkili olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik öğretim yöntemlerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında VRA öğretim dizisinin önemli olduğu görülmüştür.

Araştırmanın üçüncü amacı ise VRA öğretim dizisinin etkisini anlamada, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeyleri ile hatalarının azalmasında müdahalenin rolüne ilişkin meta-çıkarımlarda bulunmaktır. Bu bağlamda araştırma sonuçları, VRA öğretim dizisinin matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme başarı düzeylerini artırdığını ve hata yapma olasılığını azalttığını vurgulayarak bu öğretim yönteminin eğitimdeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu araştırma matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere problem çözme becerilerini kazandırmada VRA öğretim dizisinin etkili bir öğretim yöntemi olduğunu göstermektedir.

Araştırma bulgularına dayalı olarak uygulamaya ve ileride yapılacak olan araştırmalara yönelik önerilerde bulunulabilir. Bu önerilere aşağıda yer verilmiştir.

Uygulamaya yönelik öneriler:

1. Bu çalışma matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere problem çözme becerisinin ediniminde VRA öğretim dizisinin etkili olduğunu göstermiştir. Eğitimciler, matematik öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine sözlü problem çözme becerilerini öğretmek için VRA öğretim dizisini kullanabilirler.
2. Mevcut çalışmada matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere problem çözme becerisinin kalıcılığında VRA öğretim dizisinin etkili olduğu görülmüştür. Matematikte problem çözme becerilerinin sürdürülmesi, üst düzey matematik becerilerinin kazanılması için önemlidir. Öğrencilerin matematik becerilerini sürdürmeleri konusunda endişe duyan eğitimciler, VRA öğretim dizisini matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretiminde farklı sınıf seviyelerinde ve farklı yetersizlik gruplarında kullanabilirler.
3. Eğitimciler, VRA öğretim dizisini CRA öğretim dizisine alternatif olarak kullanabilir, çünkü özel gereksinimli ortaokul öğrencileri somut manipülatifleri daha az tercih etmektedir. Uygulama tabanlı manipülatifler ve bir tablet, ortaokul öğrencileri için sosyal olarak daha kabul edilebilir olabilir.
4. Okullarda tabletlere ve uygulamalara yönelik artan ilgi göz önüne alındığında, eğitimciler özel gereksinimli öğrencilere yönelik araştırmalarda etkililiği belirlenen sanal manipülatif uygulamalarını kullanabilirler.
5. Özel gereksinimli öğrencilere matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanılmasına yönelik araştırmacılara ve öğretmenlere çalıştay, seminer ya da kursların verilmesi önerilebilir.
6. Matematikte öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi için bir hata analizi yapmak öğretmenin, öğrencilerin hataları hakkında geribildirim sağlamasına izin vererek öğretimin verimliliğini artırabilir. Bu yüzden öğretmenlerin değerlendirme sürecinde hata analizine daha fazla önem göstermesi önerilmektedir.

İleri araştırmalara yönelik öneriler:

1. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme becerilerinde VRA öğretim dizisinin etkili olmasına rağmen bu sonuçlar araştırma tasarımı nedeniyle diğer öğrencilere genellenememektedir. Ayrıca, bu çalışmanın bir araştırmacı ile bire bir ortamda gerçekleştirildiği göz önüne alındığında, küçük grup eğitimi veya genel sınıf ortamı gibi diğer ortamlardaki müdahalelere yönelik etkisi bilinmemektedir. Gelecekteki araştırmalar, daha büyük öğrenci grupları ve deneysel tasarımları içeren çalışmalarla bu konuyu ele alabilir.
2. Bu çalışma, aşırı öğrenmeyi VRA öğretim dizisi ile ilişkilendirerek ele almıştır. Bu nedenle, gelecekteki araştırmaların, öğrencilerin beceri kazanımını ve bu becerilerin sürdürülmesini destekleyebilecek alternatif yöntemleri incelemesi tavsiye edilmektedir.
3. Araştırmanın katılımcı grubunu matematik öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Gelecekteki araştırmalar matematiksel müdahalelere ilişkin kanıta dayalı uygulamalar içeren araştırma tabanını artırmak ve gelecekteki meta-analiz araştırmalarına temel teşkil etmek için farklı sınıf seviyelerinde ve farklı yetersizlikleri olan özel gereksinimli öğrencilerle problem çözme becerisi öğretimine yönelik çalışmalara odaklanabilir.
4. Bu araştırmanın uygulama oturumlarında sadece iki aşamalı sözlü problemler uygulanmıştır. Gelecekteki araştırmalar problem yapısında daha fazla çeşitlilik içeren problemleri kullanarak VRA öğretim dizisinin etkililiğini araştırabilir.
5. Bu çalışmada VRA öğretim dizisinin etkili olduğu ve uygulama tabanlı manipülatiflerin özel gereksinimli olan ortaokul öğrencileri için sosyal olarak daha kabul edilebilir olabileceği gözlenmiştir. Problem çözme becerisi öğretiminde manipülatiflerin etkisini belirlemeye yönelik yapılacak araştırmalar, VRA ve CRA öğretim dizilerini karşılaştırabilir.
6. Bu çalışmada bağımlı değişken araştırmacı tarafından oluşturulan problemlere dayalı olarak ölçülmüştür. Gelecekteki araştırmaların, VRA öğretim dizisinin güvenilirliğini belirlemek için standart testler kullanarak öğrenci doğruluğunu değerlendirmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.

Alberto, P. A., & Troutman, A. C. (2009). *Applied behavior analysis for teachers* (8th ed.). Merrill Prentice Hall.

Altun, M. (2005). *Matematik öğretimi*. Erkam Matbaası.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5th edn.). Author.

Anderson-Pence, K. L. (2014). *Examining the impact of different virtual manipulative types on the nature of students' small-group discussions: An exploratory mixed-methods case study of technomathematical discourse*. [Doktora tezi, Utah State University].

Arenofsky, J. (2001). Developing your problem solving skills. *Career World*, 29(4), 18-21.

Ashlock, R. B. (2010). *Error patterns in computation: Using error patterns to help each student learn* (10th ed.). Allyn & Bacon.

Aydoğan, Y. (2012). *Problem çözme ve problem çözme becerilerinin desteklenmesi*. Özgünkök.

Bagayoko, D., Kelley, E. L., & Hasan, S. (2000). Problem-solving paradigm. *College Teaching*, 48(1), 24-27. <https://doi.org/10.1080/87567550009596086>

Baki, A. (2015). *Kavramdan uygulamaya matematik eğitimi* (6. baskı). Harf Eğitim Yayıncılığı.

Barendregt, W., Lindström, B., Rietz-Leppänen, E., Holgersson, I., & Ottosson, T. (2012). Development and evaluation of Fingu: A mathematics iPad game using multi-touch interaction. In H. Schelhowe (Ed.), *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 204–207). ACM.

Bassette, L., & Bouck, E. (2023). Adapting a virtual manipulative-based instructional sequence to target maintenance. *Research in Developmental Disabilities*, 136, 104488. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2023.104488>

Baykul, Y., & Aşkar P. (1987). Problem ve problem çözme, *Matematik Öğretimi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Bernardo, A. B. (1999). Overcoming obstacles to understanding and solving word problems in mathematics. *Educational Psychology*, 19(2), 149-163. <https://doi.org/10.1080/0144341990190203>

Bingham, A.(1958). *Improving children's facility in problem solving*. Columbia University Press.

Bodeyore, L. B. (1997). *Problem solving techniques*. Rota Publishing.

Bolyard, J. J., & Moyer, P. S. (2007, March). *Selecting dynamic technology representations for mathematics teaching* [Research presentation]. 85th annual meeting of the national council of teachers of mathematics (NCTM), Atlanta, GA.

Boone, R., & Higgins, K. (2007). The software checklist: Evaluating educational software for use by students with disabilities. *Technology in Action*, 3, 1–16.

Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as springboards for inquiry: A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 166–208. <https://www.jstor.org/stable/749507>

- Bouck, E. C. & Flanagan, S. (2009). Assistive technology and mathematics: What is there and where can we go in special education. *Journal of Special Education Technology*, 24(2), 17-30.
- Bouck, E. C., & Flanagan, S. M. (2010). Virtual manipulatives: What they are and how teachers can use them. *Intervention in School and Clinic*, 45(3), 186-191. <https://doi.org/10.1177/1053451209349530>
- Bouck, E. C., & Sprick, J. (2019). The virtual-representational-abstract framework to support students with disabilities in mathematics. *Intervention in School and Clinic*, 54(3), 173-180. <https://doi.org/10.1177/1053451218767911>
- Bouck, E., Long, H., & Bae, Y. (2023). Exploring the virtual-representational-abstract instructional sequence across the learning stages for struggling students. *Behavior Modification*, 47(3), 590-614. <https://doi.org/10.1177/01454455221129998>
- Bouck, E., Long, H., & Jakubow, L. (2021). Teaching students to solve subtraction problems online via the virtual-representational-abstract instructional sequence. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(3), 197-213. <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.1963157>
- Bouck, E., Long, H., & Jakubow, L. (2022). Teaching division online to students via a virtual manipulative instructional sequence. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 57(1), 16-30.
- Bouck, E., Park, J., & Nickell, B. (2017). Using the concrete-representational-abstract approach to support students with intellectual disability to solve change-making problems. *Research in Developmental Disabilities*, 60, 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.11.006>
- Bouck, E. C., Satsangi, R., & Park, J. (2017). The concrete-representational-abstract approach for students with learning disabilities: An evidence-based practice synthesis. *Remedial and Special Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/0741932517721712>
- Bouck, E., Flanagan, S., Miller, B., & Bassette, L. (2012). Technology in action. *Journal of Special Education Technology*, 27(4), 47–57. <https://doi.org/10.1177/016264341202700404>
- Bouck, E. C., Satsangi, R., Doughty, T. T., & Courtney, W. T. (2014). Virtual and concrete manipulatives: A comparison of approaches for solving mathematics problems for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44, 180–193. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1863-2>
- Bouck, E. C., Park, J., Shurr, J., Bassette, L., & Whorley, A. (2018). Using the virtual–representational–abstract approach to support students with intellectual disability in mathematics. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 33(4), 237-248. <https://doi.org/10.1177/1088357618755696>
- Bouck, E. C., Bassette, L., Shurr, J., Park, J., Kerr, J., & Whorley, A. (2017). Teaching equivalent fractions to secondary students with disabilities via the virtual–representational–abstract instructional sequence. *Journal of Special Education Technology*, 32(4), 220-231. <https://doi.org/10.1177/0162643417727291>
- Brainingcamp, L. L. C. (2017). *Color tiles manipulative*. <https://itunes.apple.com/us/app/color-tiles-manipulative/id656246736> adresinden 10 Ağustos, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Brainingcamp, L. L. C. (2017). *Base ten blocks manipulative*. <https://itunes.apple.com/us/app/base-ten-blocks-manipulative/id966324173> adresinden 10 Ağustos, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Bransford, J., & Stein, B. (1984). *The IDEAL problem solver*. Freeman.
- Britz, J., (1993). *Problem solving in early childhood classroom: Specialist teaching techniques*. National Education Association.

- Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Hammill, D. D. (2000). Characteristic behaviors of students with LD who have teacher-identified math weaknesses. *Journal of Learning Disabilities*, 33(2), 168-77. <https://doi.org/10.1177/002221940003300205>
- Bryant, D. P., Smith, D. D. & Bryant, B. R. (2008). *Teaching students with special needs in inclusive classrooms*. Allyn and Bacon.
- Bryant, D. P., Bryant, B. R., Roberts, G., Vaughn, S., Pfannenstiel, K. H., Porterfield, J., & Gersten, R. (2011). Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, 78(1), 7-23. <http://dx.doi.org/10.1177/001440291107800101>
- Buch-Hansen, H. (2013). Social network analysis and critical realism. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 44(3), 306-325. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/jtsb.12044>
- Carnine, D., Jones, E. D., & Dixon, R. (1994). Mathematics: Educational tools for diverse learners. *School Psychology Review*, 23(3), 406-427. <http://dx.doi.org/10.1080/02796015.1994.12085721>
- Carr, J. M. (2012). Does math achievement happen when iPads and game-based learning are incorporated into fifth-grade mathematics instruction? *Journal of Information Technology Education: Research*, 11, 269–286. <http://dx.doi.org/10.28945/1725>
- Casner-Lotto, J., & Barrington, L. (2006). *Are they really ready to work? Employers' perspectives on the basic knowledge and applied skills of new entrants to the 21st century US workforce*. Partnership for 21st Century Skills.
- Cass, M., Cates, D., Smith, M., & Jackson, C. (2003). Effects of manipulative instruction on solving area and perimeter problems by students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), 112-120. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/1540-5826.00067>
- Charles, R. I. (1985). The role of problem solving. *Arithmetic Teacher*, 32(6), 48-50.
- Claes, C., Vandevelde, S., Van Hove, G., van Loon, J., Verschelden, G., & Schalock, R. (2012). Relationship between self-report and proxy ratings on assessed personal quality of life related outcomes. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 9(3), 159-165. <https://doi.org/10.1111/j.1741-1130.2012.00353.x>
- Clements, D. H., Battista, M. T., & Sarama, J. (2001). Logo and geometry. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 10, 1–177. <https://www.jstor.org/stable/749924>
- Cohen, L. G., & Spenciner, L. J. (2010). *Assessment of children and youth with special needs*. Allyn & Bacon.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed). Sage.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage.
- Dağseven-Emecen, D. (2011). Zihinsel engellilere sosyal becerilerin kazandırılmasında doğrudan öğretim ve bilişsel süreç yaklaşımlarının karşılaştırılması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(3), 1403-1419.
- Desmos Inc. (2016). *Explore math with Desmos*. <https://www.desmos.com/> adresinden 17 Eylül, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In A. Lugmayr (Ed.), *Proceedings of the 15th International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15). ACM.

- Deubel, P. (2003). An investigation of behaviorist and cognitive approaches to instructional multimedia design. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12, 63–90. <https://www.learntechlib.org/primary/p/17804/>
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Dover Publications Inc.
- DfES (2001). *Guidance to support pupils with dyslexia and dyscalculia (DfES 0512/2001)*. Department of Education and Skills.
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Copper, C. (1992). Effect of overlearning on retention. *Journal of Applied Psychology*, 77(5), 615-622. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0021-9010.77.5.615>
- Eggen, P., & Kauchak, D. (1997). *Educational psychology: Windows on classrooms* (3rd ed.). Merrill.
- Ekici, B., & Demir, M. K. (2018). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin dört işlem problemlerini çözerken yaptıkları matematiksel hatalar. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 61-80. <https://doi.org/10.17244/eku.338880>
- Erbaş, A. K., & Okur, S. (2012). Researching students' strategies, episodes, and metacognitions in mathematical problem solving. *Quality & Quantity: International Journal of Methodology*, 46(1), 89–102. <https://doi.org/10.1007/s11135-010-9329-5>
- Fetters, M. D. (2020). *The mixed methods research workbook*. Sage.
- Finegan, C., & Austin, N. J. (2002). Developmentally appropriate technology for young children. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 87–102. <https://www.learntechlib.org/primary/p/8853/>
- Fitzallen, N. (2008). APMC hot ideas. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 16-18.
- Flaherty, J., Connolly, B., & Lee-Bayha, J. (2005). *Evaluation of the First in Math online mathematics program*. WestEd.
- Flores, M. M. (2010). Using the concrete-representational-abstract framework to teach subtraction with regrouping to students at risk for failure. *Remedial and Special Education*, 31, 195–207. <https://doi.org/10.1177/0741932508327467>
- Flores, M. M., Hinton, V., & Strozier, S. D. (2014). Teaching subtraction and multiplication with regrouping using the concrete-representational-abstract sequence and strategic instruction model. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(2), 75-88. <http://dx.doi.org/10.1111/ldrp.12032>
- Flores, M. M., Hinton, V. M., & Taylor, J. L. J. (2018). CRA fraction intervention for fifth-grade students receiving tier two interventions. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 62(3), 198-213. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2017.1414027>
- Foley, T. E., & Cawley, J. F. (2003). About the mathematics of division: Implications for students with disabilities. *Exceptionality*, 11(3), 131-150. https://psycnet.apa.org/doi/10.1207/S15327035EX1103_02
- Fong, K. H. (1995). Schematic model for categorising children's errors in solving a ratio and proportion problem. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 3, 15-29.
- Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2002). Mathematical problem-solving profiles of students with mathematics disabilities with and without comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 564-574. <https://doi.org/10.1177/00222194020350060701>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Prentice, K. (2004). Responsiveness to mathematical problem-solving instruction: Comparing students at risk of mathematics disability with and without risk of reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 37(4), 293-306. <https://doi.org/10.1177/00222194040370040201>

- Gast, D. L., & Ledford J. R. (2014). *Single case research methodology: Applications in special education and behavioral sciences*. Routledge.
- Gast, D. L., & Spriggs, A. D. (2014). Visual analysis of graphic data. In D. L. Gast (Ed.), *Single subject research methodology in behavioral sciences* (pp. 176–210). Routledge.
- Geary, D. C. (2003). Learning disabilities in arithmetic: Problem-solving differences and cognitive deficits. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 199–212). The Guilford Press.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293–304. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040301>
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2008). *Mathematics instruction for students with learning disabilities or difficulty learning mathematics: A Synthesis of the intervention research*. Center on Instruction.
- Gökkurt, B., Örnek, T., Hayat, F., & Soylu, Y. (2015). Öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerinin değerlendirilmesi. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 4(2), 751-774. <https://doi.org/10.14686/buefad.v4i2.5000145637>
- Greene, J. C., & Caracelli, V. J. (1997). Defining and describing the paradigm issue in mixed-method evaluation. *New Directions for Evaluation*, 74, 5-17. <https://doi.org/10.1002/ev.1068>
- Greene, J. C., & Hall, N. J. (2010). Dialectics and pragmatism. In A. Tashakkori, & C. Teddlie, *Sage handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.), pp. 119- 143). Sage.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11, 255–274. <https://www.jstor.org/stable/1163620>
- Greeno, J. (1978). Natures of problem solving abilities. In W. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes* (pp.239-270). Lawrence Erlbaum Associates.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, J., Graesser, A. C. & Martin, R. (2014). Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. *Educational Research Review*, 13, 74-83. <http://dx.doi.org/10.1016/2014.10.002>
- Guba, E. G. (1990). The alternative paradigm dialog. In E. G. Guba (Ed.), *The paradigm dialog* (pp. 17-28). Sage.
- Gündüz, B. (2023). *Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklara sayma becerisi öğretiminde kullanılan sanal - yarı somut - soyut stratejisinin (VRA) etkililiği*. [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi].
- Güneş, K. (2015). *Bilim sanat merkezi öğrencilerinin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik başarılarının incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi].
- Hagman, J. D., & Rose, A. M. (1983). Retention of military tasks: A review. *Human Factors*, 25, 199–213. <https://doi.org/10.1177/001872088302500207>
- Haney, R.E., & Sorenson, J.S. (1977). *Individually guided science*. Addison-Wesley
- Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 615-626. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.93.3.615>
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2010). *The high cost of low education performance: The long-run economic impact of improving educational outcomes*. OECD Publishing.
- Hayes, J.R. (1989). *The complete problem solver* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Healy, M., & Perry, C. (2000). Comprehensive criteria to judge validity and reliability of qualitative research within the realism paradigm. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 3(3), 118-126. <http://dx.doi.org/10.1108/13522750010333861>
- Heddens, J. W. (2005). *Improving mathematics teaching by using manipulatives*. <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~flee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html> adresinden 1 Ekim, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G. Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single subject research to identify evidence-based practise in special education. *Exceptional Children*, 2(71), 165-180. <https://doi.org/10.1177/001440290507100203>
- Huangfu, Q., Luo, Z., Cao, Y., & Wu, W. (2023). The relationship between error beliefs in chemistry and chemistry learning outcomes: A chain mediation model investigation. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(4), 1262-1275. <https://doi.org/10.1039/D3RP00108C>
- Hudson, P., & Miller, S. P. (2006). *Designing and implementing mathematics instruction for students with diverse learning needs*. Pearson Allyn & Bacon.
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2017). *ISTE Standards for educators*. <https://www.iste.org/standards/for-educators>. adresinden 26 Eylül, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Isaksen, S., & Trefinger, D. (1985). *Creative problem solving*. Bearly Limited.
- İsrael, E. (2003). *Problem çözme stratejileri, başarı düzeyi, sosyo - ekonomik düzey ve cinsiyet ilişkileri*. [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi].
- Jitendra, A. (2002). Teaching students math problem-solving through graphic representations. *Teaching Exceptional Children*, 34(4), 34-38. <https://doi.org/10.1177/004005990203400405>
- Johnson, R. B. (2017). Dialectical pluralism: A metaparadigm whose time has come. *Journal of Mixed Methods Research*, 11(2), 156-173. <http://doi.org/10.1177/1558689815607692>
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, E. S., Humphrey, M., Mellard, D. F., Woods, K., & Swanson, H. L. (2010). Cognitive processing deficits and students with specific learning disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Learning Disability Quarterly*, 33(1), 3-18. <https://doi.org/10.1177/073194871003300101>
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/BF02300500>
- Jones, K. A. (2014). *The effects of self-related cognition beliefs on students' abilities to detect, describe and correct algebraic errors* [Doctoral dissertation, State University of New York at Buffalo].
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834-850. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/1467-8624.00571>
- Kabel, M., Hwang, J., & Hwang, J. (2021). Lessons learned from a rural classroom study: Transitioning from concrete to virtual manipulatives to teach math fact fluency to students with learning disabilities. *Journal of Curriculum Studies Research*, 3(1), 42-68. <https://doi.org/10.46303/jcsr.2021.7>
- Kalayci, N., & Cohen, M. R. (2003). *Integrating problem solving with theme-based learning in" the key learning community"*. Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, St. Louis, Missouri.

- Karataş, İ. & Güven, B. (2004). 8. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin belirlenmesi: Bir özel durum çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 163. https://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/163/karatas.htm adresinden 10 Aralık, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Kazdin, A. E. (2011). *Single-case research designs: Methods for clinical and applied settings* (2nd ed.). Academic Press.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer.
- Killu, K., Clare, C. M., & Im, A. (1999). Choice vs. preference: The effects of choice and no choice of preferred and non-preferred spelling tasks on the academic behavior of students with disabilities. *Journal of Behavioral Education*, 9, 239-253. <https://doi.org/10.1023/A:1022143716509>
- Kneeland, S. (1999). *Solving problems*. How to Books Ltd.
- Kohler, W. (1927). *The mentality of apes*. Routledge & Kegan Paul Limited.
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 164-177. <https://doi.org/10.1177/002221947400700309>
- Krawec, J. L. (2014). Problem representation and mathematical problem solving of students of varying math ability. *Journal of Learning Disabilities*, 47(2), 103-115. <https://doi.org/10.1177/0022219412436976>
- Krawec, J., Huang, J., Montague, M., Kressler, B., & Melia de Alba, A. (2013). The effects of cognitive strategy instruction on knowledge of math problem-solving processes of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 36(2), 80-92. <https://doi.org/10.1177/0731948712463368>
- Kroll, D. L. & Miller, T. (1993). Insights from research on mathematical problem solving in the middle grades. In D.T. Owens (Ed.), *Research ideas for the classroom: Middle grades mathematics* (pp. 58-77). Macmillan.
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity*, 43, 265-275. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s11135-007-9105-3>
- Long, H. M., Bouck, E. C., & Jakubow, L. (2023). Teaching Subtraction to Students with Autism Online via the VRA Instructional Sequence. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 58(1), 89-105.
- Mancl, D. B., Miller, S. P., & Kennedy, M. (2012). Using the concrete-representational-abstract framework with integrated strategy instruction to teach subtraction with regrouping to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 27, 152-166. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5826.2012.00363.x>
- Martin, T., & Schwartz, D. L. (2005). Physically distributed learning: Restructuring and reinterpreting physical environments in the development of fraction concepts. *Cognitive Science*, 29, 587-625. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000_15
- Maxwell, J. A., & Mittapalli, K. (2010). Realism as a stance for mixed methods research. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed., pp. 145-167). Sage.
- Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematics problems. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 29-53). Elbaum.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52. https://psycnet.apa.org/doi/10.1207/S15326985EP3801_6

- McAlister, H. C. (2001). *Problem solving and learning*.
- Mercer, C. D., & Miller, S. P. (1992). Teaching students with learning problems in math to acquire, understand, and apply basic math facts. *Remedial and Special Education, 13*(3), 19-35. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/074193259201300303>
- Merriam, S. B. (2013). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Mildenhall, P., Swan, P., Northcote, M., & Marshall, L. (2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. *Australian Primary Mathematics Classroom, 13*(1), 9-14. <https://www.learntechlib.org/p/65019/>
- Miller, S. P., & Kaffar, B. J. (2011). Developing addition and regrouping competence among second grade students with mathematics difficulties. *Investigations in Mathematics Learning, 4*(1), 25-51. <http://dx.doi.org/10.1080/24727466.2011.11790308>
- Miller, S. P., Stringfellow, J. L., Kaffar, B. J., Ferreira, D., & Mancl, D. B. (2011). Developing computation competence among students who struggle with mathematics. *Teaching Exceptional Children, 44*(2), 38-46. <http://dx.doi.org/10.1177/004005991104400204>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *İlkokul matematik dersi öğretim programı*. MEB Yaymevi.
- Mills, G. E., & Gay, L. R. (2016). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Pearson.
- Milton, J. H., Flores, M. M., Moore, A. J., Taylor, J. L. J., & Burton, M. E. (2019). Using the concrete-representational-abstract sequence to teach conceptual understanding of basic multiplication and division. *Learning Disability Quarterly, 42*(1), 32-45. <https://doi.org/10.1177/0731948718790089>
- Montague, M., & Applegate, B. (1993). Mathematical problem-solving characteristics of middle school students with learning disabilities. *The Journal of Special Education, 27*(2), 175-201. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/002246699302700203>
- Montague, M., & Applegate, B. (2000). Middle school students' perceptions, persistence, and performance in mathematical problem solving. *Learning Disability Quarterly, 23*(3), 215-227. <https://doi.org/10.2307/1511165>
- Montague, M., & Bos, C. S. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences, 2*(3), 371-388. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/1041-6080\(90\)90012-6](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/1041-6080(90)90012-6)
- Montague, M., Bos, C. S., & Doucette. (1991). Affective, cognitive, and metacognitive attributes of eighth-grade mathematical problem solvers. *Learning Disabilities Research and Practice, 6*, 5-14.
- Morse, J. M. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research, 40*(2), 120-123.
- Mortensen, C. (2011). Mission possible: Three keys to one-to-one success. *Learning & Leading with Technology, 39*, 16-21.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics, 8*, 372-377. <http://dx.doi.org/10.5951/TCM.8.6.0372>
- Moyer, P. S., Niezgoda, D., & Stanley, J. (2005). Young children's use of virtual manipulatives and other forms of mathematical representations. *Technology-Supported Mathematics Learning Environments, 1*, 17-34.
- Moyer-Packenham, P.S., & Bolyard, J. J. (2016). Common virtual manipulative environments. In Moyer-Packenham, P.S. (Ed.), *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* (pp.1-23). Springer.

- Moyer-Packenham, P. S., & Suh, J. M. (2012). Learning mathematics with technology: The influence of virtual manipulatives on different achievement groups. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 31(1), 39-59.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual & Personal Learning Environments*, 4(3), 35-50. <http://dx.doi.org/10.4018/jvple.2013070103>
- Moyer-Packenham, P., Salkind, G., & Bolyard, J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202-218.
- Moyles, J. (1989). *Just playing: and status of play in early childhood education*. Open University Press.
- National Center for Education Statistics (2011). The Nation's Report Card: Mathematics 2011(NCES 2012-458). Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education, Washington, D.C.
- National Center on Intensive Intervention [NCII]. (2016). *Tools chart user's guide*. Department of Education, Office of Special Education Programs, National Center on Intensive Intervention. <http://www.intensiveintervention.org/chart/progress-monitoring> adresinden 20 Eylül, 2023 tarihinde erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2008). *Professional standards for teaching mathematics*. Author.
- National Mathematics Advisory Panel (NMAP). (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. U.S. Department of Education.
- NCLB (2002). *No Child Left Behind Act of 2001*, Pub. L. No. 107-110.
- Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Research in Mathematical Education in Australia*, 1, 239-258.
- Newton, N. (2017). *Math problem solving in action: Getting students to love word problems, grades 3-5*. Taylor & Francis.
- OECD (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- Olkun, S., & Toluk, Z. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Anı Yayıncılık.
- Onwuegbuzie, A. J., & Johnson, R. B. (2006). The validity issue in mixed research. *Research in the Schools*, 13(1), 48-63.
- Özdemir, R. (2017). *The investigation of virtual concrete-representational-abstract model to teach one digit multiplication word problem to students with emotional and behavioral disorders*. [Doktora tezi, University at Buffalo, State University of New York].
- Özmen Hizarcioğlu, B. (2013). *Problem çözme sürecinde dereceli puanlama anahtarı (rubrik) kullanımında puanlayıcı uyumunun incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi].

- Park, J. (2019). *Supporting maintenance in mathematics using the virtual-representational-abstract instructional sequence intervention package*. [Doktora tezi, Michigan State University].
- Park, O., & Etgen, M. (2000). Research-based principles for multi-media presentation. In M. Spector (Ed.), *Integrated and holistic perspectives on learning, instruction, and technology* (pp. 197–212). Kluwer Academic Publishers.
- Park, J., Bouck, E. C., & Fisher, M. H. (2021). Using the virtual–representational–abstract with overlearning instructional sequence to students with disabilities in mathematics. *The Journal of Special Education*, 54(4), 228-238. <http://dx.doi.org/10.1177/0022466920912527>
- Park, J., Bouck, E. C., & Smith, J. P. (2020). Using a virtual manipulative intervention package to support maintenance in teaching subtraction with regrouping to students with developmental disabilities. *Journal of Autism and Developmental disorders*, 50, 63-75. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04225-4>
- Parker, R. I., & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: Nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy*, 40(4), 357–367. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2008.10.006>
- Patrick, S. (2011). New learning models: The evolution of online learning into innovative K–12 blended programs. *Educational Technology*, 51(6), 19–26. <https://www.jstor.org/stable/44429967>
- Peltier, C., & Peltier, T. K. (2020). Mining instruction from student mistakes: Conducting an error analysis for mathematical problem solving. *Beyond Behavior*, 29(3), 141-151. <https://doi.org/10.1177/1074295620903050>
- Plano Clark, V. L. (2019). Meaningful integration within mixed methods studies: Identifying why, what, when, and how. *Contemporary Educational Psychology*, 57, 106-111. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.cedpsych.2019.01.007>
- Plano Clark, V. L., & Ivankova, N. V. (2016). *Mixed methods research: A guide to the field*. Sage.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Ponterotto, J. G. (2005). Qualitative research in counseling psychology: A primer on research paradigms and philosophy of science. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2), 126– 136.
- Powell, S. R. (2011). Solving word problems using schemas: A review of the literature. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(2), 94-108. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/j.1540-5826.2011.00329.x>
- Powell, S. R., & Driver, M. K. (2015). The influence of mathematics vocabulary instruction embedded within addition tutoring for first-grade students with mathematics difficulty. *Learning Disability Quarterly*, 38(4), 221-233. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0731948714564574>
- Reimer, K., & Moyer, P. S. (2005). Third graders learn about fractions using virtual manipulatives: A classroom study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(1), 5–25.
- Riccomini, P. J. (2005). Identification and remediation of systematic error patterns in subtraction. *Learning Disability Quarterly*, 28(3), 233-242. <https://doi.org/10.2307/1593661>
- Riconscente, M. M. (2013). Results from a controlled study of the iPad fractions game motion math. *Games and Culture*, 8(4), 186–214. <https://doi.org/10.1177/1555412013496894>

- Rivera, F. D. (1998). *Mathematics pedagogy in the poststructural moment: A rhizomatic analysis of the ethos of secondary mathematics teaching in an urban setting*. [Doktora tezi, The Ohio State University].
- Rivera-Batiz, F. L. (1992). Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the United States. *Journal of Human Resources*, 27(2), 313-328. <https://doi.org/10.2307/145737>
- Root, J. R., Browder, D. M., Saunders, A. F., & Lo, Y. Y. (2017). Schema-based instruction with concrete and virtual manipulative to teach problem solving to students with autism. *Remedial and Special Education*, 38, 42–52. <https://doi.org/10.1177/0741932516643592>
- Root, J. R., Cox, S. K., Gilley, D., & Wade, T. (2021). Using a virtual-representational-abstract integrated framework to teach multiplicative problem solving to middle school students with developmental disabilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51, 2284-2296. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04674-2>
- Rosenshine, B. V. (1982). Synthesis of research on explicit teaching. *Educational Leadership*, 43(7), 60-68.
- Rosenshine, B. (2008). *Five meanings of direct instruction*. Center on Innovation & Improvement.
- Rosli, R., Goldsby, D., & Capraro, M. M. (2015). Using manipulatives in solving and posing mathematical problems. *Creative Education*, 6(16), 1718-1725. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.616173>
- Saleh, K., Yuwono, I., As'ari, A. R., & Sa'dijah, C. (2017). Errors analysis solving problems analogies by Newman procedure using analogical reasoning. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 9(1), 17-26. <http://aajhss.org/index.php/ijhss>
- Satsangi, R., & Bouck, E. C. (2015). Using virtual manipulative instruction to teach the concepts of area and perimeter to secondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 38(3), 174-186. <https://doi.org/10.1177/0731948714550101>
- Satsangi, R., & Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310. <http://dx.doi.org/10.1080/1045988X.2016.1275505>
- Satsangi, R., Bouck, E. C., Taber-Doughty, T., Bofferding, L., & Roberts, C. A. (2016). Comparing the effectiveness of virtual and concrete manipulatives to teach algebra to secondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 39(4), 240–253. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0731948716649754>
- Sayeski, K. L. (2008). Virtual manipulatives as an assistive technology support for students with high-incidence disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 23(1), 47-53. <https://doi.org/10.1177/016264340802300104>
- Seo, Y. J., & Woo, H. (2010). The identification, implementation, and evaluation of critical user interface design features of computer-assisted instruction programs in mathematics for students with learning disabilities. *Computers & Education*, 55, 363–377. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.002>
- Serianni, B. (2014). *Supporting middle school students with emotional or behavioral disorders in blended learning: A fraction intervention using virtual manipulatives*. [Doktora tezi, University of Central Florida].
- Shapka, J. D., Domene, J. F., & Keating, D. P. (2006). Trajectories of career aspirations through adolescence and young adulthood: Early math achievement as a critical filter. *Educational*

- Sherer, M., Pierce, L., Paredes, S., Kisacky, L., Ingersoll, B., & Schreibman, L. (2001). Enhancing conversation skills in children with autism via video technology: Which is better, “self” or “other” as a model? *Behavior Modification*, 25, 140–158. <https://doi.org/10.1177/0145445501251008>
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Reflections on practice: Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(5), 344-350.
- Sorenson, J. S., Buckmaster, L. R., Francis, M. K., & Knauf, K. M. (1996). *The power of problem solving: practical ideas and teaching strategies for any k-8 subject area*. ERIC Clearinghouse on Information & Technology.
- Souviney, R.J. (1989). *Learning to teach mathematics*. Merrill Publishing Company.
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 443-466). Sage.
- Steen, K., Brooks, D., & Lyon, T. (2006). The impact of virtual manipulatives on first grade geometry instruction and learning. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 25(4), 373–391.
- Stein, M. K., & Bovalino, J. W. (2001). Manipulatives: One piece of the puzzle. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6, 356–359. <http://dx.doi.org/10.5951/MTMS.6.6.0356>
- Strickland, T. K., & Maccini, P. (2010). Strategies for teaching algebra to students with learning disabilities: Making research to practice connections. *Intervention in School and Clinic*, 46(1), 38–45. <http://dx.doi.org/10.1177/1053451210369519>
- Strickland, T. K., & Maccini, P. (2013). The effects of the concrete–representational–abstract integration strategy on the ability of students with learning disabilities to multiply linear expressions within area problems. *Remedial and Special Education*, 34(3), 142–153. <https://doi.org/10.1177/0741932512441712>
- Stroizer, S., Hinton, V., Flores, M. & Terry, L. (2015). An investigation of the effects of CRA instruction and students with autism spectrum disorder. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50(2), 223–236.
- Suh, J., & Moyer, P. S., (2005, January). *Technology uses in the mathematics classroom: Understanding fractions using virtual manipulative concept tutorials*. Proceedings of the 3rd Annual Hawaii International Conference on Education (pp. 4479-4499), Honolulu, Hawaii.
- Suh, J., & Moyer, P. S. (2007). Developing students’ representational fluency using virtual and physical algebra balances. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(2), 155–173.
- Suh, J. M., & Moyer, P. S. (2008). Scaffolding special needs students’ learning of fraction equivalence using virtual manipulatives. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4(1), 297-304.
- Swanson, H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 239–264. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.jecp.2005.09.006>
- Swanson, H. L., Moran, A., Lussier, C., & Fung, W. (2014). The effect of explicit and direct generative strategy training and working memory on word problem-solving accuracy in children at risk for math difficulties. *Learning Disability Quarterly*, 37(2), 111-123. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0731948713507264>

- Şen, N. (2022). Investigation of regression-based effect size methods developed in single-subject studies. *Behavior Modification*, 46(6), 1346–1382. <https://doi.org/10.1177/01454455211054018>
- Şen, N., & Şen, S. (2019). Calculation of effect size in single-subject experimental studies: Examination of non-regression-based methods. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 10(1), 30-48. <http://dx.doi.org/10.21031/epod.419625>
- Taber-Doughty, T. (2005). Considering student choice when selecting instructional strategies: A comparison of three prompting systems. *Research in Developmental Disabilities*, 26(5), 411–432. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.ridd.2004.07.006>
- Tarlow, K. R. (2016). *Baseline corrected tau calculator*. <http://www.ktarlow.com/stats/tau> adresinden 19 Ekim 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). Putting the human back in ‘‘human research methodology’’: The researcher in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 4(4), 271-277. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/1558689810382532>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Sage.
- Tekin-İftar, E. (2012). Grafik ve görsel analiz. E. Tekin-İftar (Ed.). *Davranış ve eğitim bilimlerinde tek-denekli araştırmalar içinde* (s. 403-437). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Tekin-İftar, E. (2018). (Editör). *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek-denekli araştırmalar* (2. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Tekin-İftar, E., & Kırcaali-İftar, G. (2004). *Özel eğitimde yanlışsız öğretim yöntemleri*. Nobel Yayınevi.
- Terzioğlu, N. K. (2020). *Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere dört işlem becerilerinin öğretiminde sanal-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği*. [Doktora tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi].
- Tuncer, T., & Altunay, B. (2010). *Doğrudan öğretim modelinde kavram öğretimi*. Kök Yayıncılık.
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2021). *Güncel Türkçe sözlük*. <http://www.tdk.gov.tr> adresinden 15 Haziran 2022 tarihinde erişilmiştir.
- Ulu, M. (2011). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların belirlenmesi ve giderilmesine yönelik bir uygulama*. [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Pearson Education, Inc.
- Van Houten, R. (1979). Social validation: The evolution of standards of competency for target behaviors. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 12, 581-591. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1901/jaba.1979.12-581>
- Watkins, C. L., & Slocum, T. A. (2004). The components of direct instruction. *Journal of Direct Instruction*, 3(2), 4–32.
- Weng, P-L., & Taber-Doughty, T. (2015). Developing an app evaluation rubric for practitioners in special education. *Journal of Special Education Technology*, 30, 43–58. <https://doi.org/10.1177/016264341503000104>
- West, J. F., & Idol, L. (1990). Collaborative consultation in the education of mildly handicapped and at-risk students. *Remedial and Special Education*, 11(1), 22-31. <https://doi.org/10.1177/074193259001100105>

- White, A. L. (2009). Counting on 2008: Diagnostic and remedial mathematics program for middle years students. In R. Hunter, B. Bicknell & T. Burgess (Eds.), *Crossing divides: Proceedings of the 32nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*: Vol. 2 (pp. 579–586). Palmerston North.
- White, O. R., & Haring, N. G. (1980). *Exceptional teaching* (2nd ed.). Merrill.
- Wight, H., & Kitchenham, A. (2015). Virtual 10 frames and mobile technology in a Canadian primary classroom. In H. Crompton & J. Traxler (Eds.), *Mobile learning and mathematics* (pp. 135–149). Routledge.
- Winograd, P. N. (1984). Strategic difficulties in summarizing texts. *Reading Research Quarterly*, 404-425. <https://doi.org/10.2307/747913>
- Yakubova, G., Hughes, E. M., & Shinaberry, M. (2016). Learning with technology: Video modeling with concrete–representational–abstract sequencing for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 2349-2362. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2768-7>
- Yeo, K. K. J. (2009). Secondary 2 students' difficulties in solving non-routine problems. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 8, 1-30.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties?. *Learning and Instruction*, 7(4), 329-338. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(97\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00007-8)

8. EKLER

EK 1 Aile İzin Formu

AİLE İZİN FORMU

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sözlü problem çözme becerisinin öğretiminde sanal-yarı somut-soyut öğretim dizisinin etkililiğini incelemek amacıyla Prof. Dr. Ahmet YIKMIŞ'ın danışmanlığında Nihal ŞEN tarafından yürütülen doktora tezi kapsamında çocuğumun doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan sanal-yarı somut-soyut öğretim dizisi ile problem çözme becerisi üzerine çalışma yapmasına izin veriyorum.

Araştırmanın çocuğum için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımadığını, araştırma sürecinin video ve ses kaydı gibi araçlarla kayıt altına alınacağını; ancak bu kayıtların ve çocuğumun kişisel bilgilerinin hiçbir şekilde paylaşılmayacağını, araştırmacının soracağım tüm sorulara cevap vereceğini ve istediğim zaman çocuğumu araştırmadan çekebileceğimi anlamış bulunmaktayım.

Araştırma sürecinde çocuğumun eğitim aldığı kuruma devam etmesi için gereken özeni göstereceğimi taahhüt ediyorum.

Veli Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

EK 2 Öğretmen Görüşme Formu

ÖĞRETMEN GÖRÜŞME FORMU

Amaç:

Öğretmen Görüşme Formu'nun amacı, öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sözlü problem çözme becerilerindeki performanslarına yönelik bilgileri öğretmenlerle yapılan görüşmeler aracılığıyla belirlemektir. Öğretmenlerden alınan bilgiler doğrultusunda ilgili öğrenciler önkoşul değerlendirmesine alınacaktır.

Kullanım Yönergesi:

Her öğrenci için ayrı bir form kullanılacaktır ve bu formdaki bilgiler sadece ilgili öğrenciye ait olacaktır. Bu form okul ortamında öğretmenin kendini rahat hissettiği sessiz bir ortamda uygulanacaktır. Öğrencilerin kimlik bilgileri ve işlem/problem çözme becerileri hakkında elde edilen bilgiler, görüşme formunun ilgili bölümlerine kaydedilecektir. Formu uygulamadan önce görüşmenin kayıt altına alınması için öğretmenin onayı alınacaktır. Öğretmenin vereceği ek bilgiler, "Açıklamalar" başlığı altında not edilecektir.

Öğrencinin Kimlik Bilgileri

1. Adı-Soyadı:
2. Doğum tarihi:
3. Okulu/Sınıf düzeyi:
4. Tanı aldığı yetersizlik türü ve düzeyi:
5. Ek bir tanısı olma durumu:
6. Öğrencinin sınıf tekrarı yapma durumu:
7. Sözlü problem çözmeye yönelik bir müdahale programında yer alıp almama durumu:
8. Bu öğrenci genellikle hangi sınıf düzeyinde Türkçe kitaplar okur?
 1. sınıf () 2. sınıf () 3. sınıf () 4. sınıf ()
 5. sınıf () 6. sınıf () 7. sınıf () 8. sınıf ()

Öğrencinin İşlem ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Bilgiler

1. Öğrencinin toplama işlem becerisine yönelik performansına ilişkin bilgi verir misiniz?

İşlem Becerisi	Yapamaz	Güçlkle Yapar	Yapar
Doğal sayılarla toplama işlemi			

Açıklamalar:

.....

.....

.....

2. Öğrencinin çıkarma işlem becerisine yönelik performansına ilişkin bilgi verir misiniz?

İşlem Becerisi	Yapamaz	Güçlkle Yapar	Yapar
Doğal sayılarla çıkarma işlemi			

Açıklamalar:

.....

.....

.....

3. Öğrencinin çarpma işlem becerisine yönelik performansına ilişkin bilgi verir misiniz?

İşlem Becerisi	Yapamaz	Güçlkle Yapar	Yapar
Doğal sayılarla çarpma işlemi			

Açıklamalar:

.....

.....

.....

4. Öğrencinin bölme işlem becerisine yönelik performansına ilişkin bilgi verir misiniz?

İşlem Becerisi	Yapamaz	Güçlkle Yapar	Yapar
Doğal sayılarla bölme işlemi			

Açıklamalar:

.....

.....

.....

5. Öğrencinin problem çözme becerisine yönelik performansına ilişkin bilgi verir misiniz? Öğrencinin belirtilen ifadeyi karşılama durumuna uygun işaretlemeyi yapabilirsiniz.

Problem Çözme Becerisi	Çözemez	Güçlkle Çözer	Çözer
Tek aşamalı toplama işlemi gerektiren problemleri			
İki aşamalı toplama işlemi gerektiren problemleri			
Tek aşamalı çıkarma işlemlerini gerektiren problemleri			
İki aşamalı çıkarma işlemi gerektiren problemleri			
Tek aşamalı çarpma işlemlerini gerektiren problemleri			
İki aşamalı çarpma işlemlerini gerektiren problemleri			
Tek aşamalı bölme işlemlerini gerektiren problemleri			
İki aşamalı bölme işlemlerini gerektiren problemleri			

Açıklamalar:

.....

.....

.....

EK 3 Okuma Metni ve 5N1K Soruları

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

OKUMA ETKİNLİĞİ

ÇİTİR'IN SICAK YUVASI

Soğuk bir kış gününde ağaçların dalları, incecik kar taneleriyle süslenmişti. Kar tüm yolları kapattığı için okullar tatil olmuştu. Kerem sıcacık odasındaki pencereden karın yağışını izlerken, babası kapının önündeki karları temizliyordu. Babasının çalıştığını gören Kerem, ona yardım etmeye karar verdi. Kerem, en sevdiği kırmızı atkısını sıkıca boynuna doladı ve babasının yanına giderek karları temizlemeye yardım etti. Birlikte çalışırken, ağacın altında titreyen kahverengi bir yavru köpeği fark ettiler. Kerem, yardım etmek için koşarak köpeğin yanına gitti. Atkısını çıkararak, soğukta üşüyen köpeğe sardı. Kerem, babasına “Babacığım bu köpek burada çok üşümüş. Isınması için onu eve götürebilir miyiz?” diye sordu. Babası, "Tabii ki, oğlum. Hatta karnı acıkmış olabilir. Ona yiyecek bir şeyler vererek doyurabiliriz." dedi. Kerem ve babası, köpeği eve götürdüler ve onu sahiplenmeye karar verdiler. Kerem, "Çıtır" adını verdiği yavru köpeğiyle birlikte oynayarak mutlu bir şekilde vakit geçirdi.

1. Okullar neden tatil olmuştu?
2. Kapının önünde biriken karları kim temizliyordu?
3. Kerem köpeği ne zaman gördü?
4. Kerem köpeği nerede gördü?
5. Kerem nasıl bir köpek gördü?
6. Kerem ve ailesi köpeğe ne isim koydular?

EK 4 Toplama İşlemi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

TOPLAMA İŞLEMİ ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

15	24	64	51	25
<u>+ 23</u>	<u>+ 53</u>	<u>+ 34</u>	<u>+ 45</u>	<u>+ 52</u>

47	44	28	95	64
<u>+ 55</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 83</u>	<u>+ 73</u>	<u>+ 48</u>

EK 5 Çıkarma İşlemi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

ÇIKARMA İŞLEMİ ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

45	64	87	59	98
<u>- 13</u>	<u>- 22</u>	<u>- 54</u>	<u>- 43</u>	<u>- 74</u>

97	44	88	95	77
<u>- 68</u>	<u>- 36</u>	<u>- 59</u>	<u>- 77</u>	<u>- 58</u>

EK 6 Çarpma İşlemi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

ÇARPMA İŞLEMİ ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

23	44	11	54	42
<u>x 3</u>	<u>x 2</u>	<u>x 4</u>	<u>x 2</u>	<u>x 3</u>

62	42	32	25	27
<u>x 4</u>	<u>x 8</u>	<u>x 7</u>	<u>x 6</u>	<u>x 9</u>

EK 7 Bölme İşlemi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

BÖLME İŞLEMİ ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

$$\begin{array}{r} 80 \overline{) 5} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 88 \overline{) 4} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \overline{) 3} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 66 \overline{) 6} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \overline{) 7} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 4} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \overline{) 8} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 81 \overline{) 9} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 2} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \overline{) 4} \\ \hline \end{array}$$

EK 8 İşlem Becerisi Değerlendirme Formu

İŞLEM BECERİSİ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Öğrencinin Yaşı:

Değerlendirme Tarihi ve Saati:

Değerlendirilen İşlem Türü:

Toplama İşlemi () Çarpma İşlemi ()

Çıkarma İşlemi () Bölme İşlemi ()

İşlem No	Doğru	Yanlış	Boş	Açıklama
1. İşlem				
2. İşlem				
3. İşlem				
4. İşlem				
5. İşlem				
6. İşlem				
7. İşlem				
8. İşlem				
9. İşlem				
10. İşlem				
Toplam				

EK 9 Problem Çözme Becerisi Değerlendirme Formu

PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Öğrencinin Yaşı:

Değerlendirme Tarihi ve Saati:

Problem No	Doğru	Yanlış	Boş	Açıklama
1. Problem				
2. Problem				
3. Problem				
4. Problem				
5. Problem				
Toplam				

EK 10 Uzman Görüş Formu

UZMAN GÖRÜŞ FORMU

Sayın Uzman,

Bu form araştırmanın başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında kullanılmak üzere oluşturulan sözlü problem çözme ölçme araçlarının, formda yer alan kriterlere uygunluğunun değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Aşağıdaki tabloda, sözlü problem çözme ölçme araçlarında yer alan problemlerin uygunluğunu değerlendirmek için gerekli olduğu düşünülen kriterler sıralanmıştır. Sizlere, başlama düzeyi, uygulama, genelleme ve izleme oturumlarında kullanılmak üzere hazırlanan sözlü problem çözme ölçme araçlarından her biri için bir örnek sunulmuştur. Sizden, sözlü problem çözme ölçme araçlarını tablodaki kriterlere göre değerlendirmeniz, değerlendirmelerinizi “Uygun”, “Kısmen Uygun” ve “Uygun Değil” şeklinde işaretlemeniz ve varsa önerilerinizi not etmeniz istenmektedir. Harcadığınız zaman ve emek için teşekkür ederim.

Nihal ŞEN

Araştırmacı

Değerlendirme Kriterleri	Uygun	Kısmen Uygun	Uygun Değil	Varsa Önerileriniz
Sözlü problem çözme ölçme aracında yer alan problemler araştırmanın amacına uygun mu?				
Sözlü problem çözme ölçme aracında yer alan problemler öğretimin içeriğine uygun mu?				
Sözlü problem çözme ölçme aracında yer alan problemler, deneklerin gelişim düzeylerine ve yaşlarına uygun mu?				
Problemlerin çözümü için gereken matematiksel işlem becerileri, deneklerin ön koşul becerileri ile örtüşüyor mu?				
Problemler bağımsız değişkenin uygulanabilmesi için uygun mu?				
Problemlerin zorluk düzeyleri birbirleriyle benzerlik gösteriyor mu?				
Sözlü problem çözme ölçme aracında yer alan problemler, belirtilen problem türüne uygun mu?				
Sözlü problem çözme ölçme aracında yer alan problem türünün alt tipleri eşit sayıda dağılım gösteriyor mu?				
Problem cümlesindeki ifadeler okunur ve anlaşılır mı?				

EK 11 Pekiştireç Belirleme Formu

PEKİŞTİREÇ BELİRLEME FORMU

Uygulama Tarihi:

Uygulayıcının Adı – Soyadı:

Uygulama Ortamı:

Formu Doldurma Biçimi

Öğrencinin Kendisine Sorma:

Öğrenciyi Doğrudan Gözleme:

Görüşülen Kişiler ve Yakınlığı:

Öğrencinin

Adı – Soyadı:

Yaşı:

Cinsiyeti:

Sınıfı:

FORMUN AMACI

Pekiştireç belirleme formu, öğrenciyle başarılı bir öğretim yapabilmek için ders sırasında/sonunda kullanılacak yiyecek ve içecek pekiştireçlerini, nesne pekiştireçlerini, sosyal pekiştireçleri ve etkinlik pekiştireçlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu formdan elde edilen bilgilerle, öğrencilerin gösterdikleri olumlu davranışların etkili bir şekilde pekiştirilmesi hedeflenmektedir.

FORMUN KULLANIM YÖNERGESİ

Form doldurulurken, eğer öğrenci okunan seçeneği seviyorsa **‘evet’** sütununa artı (+) işareti; eğer öğrenci okunan seçeneği sevmiyorsa **‘hayır’** sütununa artı (+) işareti konulacaktır. Seçeneklerin en altında bulunan **‘diğer’** satırına, öğrencinin sunulan seçenekler haricinde istediği diğer pekiştireçler eklenecektir. Yiyecek ve içecek pekiştireçleri sütununda, seçenekler yanına bırakılan boşluğa ise öğrencinin pekiştireç ile ilgili belirttiği özellikler (marka, cins vs.) yazılacaktır.

Form; öğrencinin kendisine sorma, öğrenciyi doğrudan gözleme, öğrencinin öğretmeni veya ailesiyle görüşme tekniklerinden biri ya da birkaçı bir arada kullanılarak doldurulabilir. Form doldurma hangi biçimde gerçekleştirilmişse ilgili yere çarpı (X) işareti konulacak ve gerekli bilgiler kaydedilecektir.

PEKİŞTİREÇLER	EVET	HAYIR
Yiyecek ve İçecek Pekiştireçleri		
Şeker (.....)		
Çikolata (.....)		
Pasta (.....)		
Sakız (.....)		
Meyve (.....)		
Dondurma (.....)		
Kraker		
Cips		
Kek		
Jelibon		
Bonibon		
Çerez		

Çay		
Meyve suyu		
Süt		
Kola		
Diğer (.....)		
Nesne Pekiştireçleri		
Top		
Oyuncak bebek		
Kalem		
Silgi		
Kalemtıraş		
Sticker		
Boyama kitabı		
Oyun kartları		
Balon		
Oyuncak araba		
Oyun CD' si		
Müzik CD'si		
Ünlülerin posterleri		
Diğer (.....)		
Sosyal Pekiştireçler		
Aferin demek		
Bravo demek		
Çok güzel demek		
Harika demek		
Bugün çok iyisin demek		
Süper demek		
Dokunmak		
Kucaklamak		
Alkışlamak		
Diğer öğrencilere alkışlatmak		
Saçını okşamak		
Sırtını sıvazlamak		
Sarılmak		
Çak yapmak		
Gülümsemek		
Baş ile onaylamak		
Öpmek		
Göz kırpmak		
Makas almak		
Diğer (.....)		
Etkinlik Pekiştireçleri		

Müzik dinlemek		
Bilgisayar oynamak		
Dans etmek		
Çizgi film seyretmek		
Top oynamak		
Oyun hamuru ile oynamak		
Sınıfı temizlemede öğretmene yardım etmek		
Evcilik oynamak		
Resim yapmak ve boyamak		
Resimli kartlarla eşleştirme oyunu oynamak		
Öğretmenle birlikte okul kantininde bir şeyler yemek/ içmek		
Dersten erken çıkmak		
Oyun parkına gitmek		
Diğer (.....)		

ÖNCELİKLİ OLARAK TERCİH EDİLEN PEKİŞTİREÇLER

Tercih No	Çocuk	Anne-Baba	Öğretmen
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

EK 12 İki Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Tarih:

PROBLEM ÇÖZME ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Bir tekstil atölyesinde bir günde 125 pantolon, 97 etek ve 88 tane gömlek dikilmiştir. Bu atölyede bir günde toplam kaç kıyafet dikilmiştir?
2. İstanbul'dan Şanlıurfa'ya yük taşıyan bir kamyon 95 adet koliden 45'ini Ankara'ya ve 18 tanesini Malatya'ya indirmiştir. Buna göre, Şanlıurfa'ya geldiğinde kamyonunda kaç adet koli kalmıştır?
3. Ece bir mağazadan 3 tane pantolon ve bir tane etek almıştır. Bu ürünler için toplam 180 TL ödemiştir. Pantolonların her birinin fiyatı 30 TL'dir. Buna göre Ece'nin aldığı eteğin fiyatı kaç TL'dir?
4. Zehra Hanım bayram için 4 tepsi baklava yapmıştır. Her tepsideki baklavaları 25 dilime ayırmıştır. Bu baklavalardan 27 dilimini komşulara veren Zehra Hanım'ın bayram için ikram edeceği kaç dilim baklavası kalmıştır?
5. 3 tanesi 48 lira olan defterlerden 6 tane alan Kerem satıcıya kaç lira öder?

EK 13 Üç Aşamalı Sözlü Problem Çözme Becerisi Ölçme Aracı

Adı-Soyadı:

Tarih:

PROBLEM ÇÖZME ETKİNLİĞİ

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Edirne'den Şanlıurfa'ya yük taşıyan tır 900 adet koliden 205'ini İstanbul'a, 220'sini Ankara'ya 135 tanesini Malatya'ya indirmiştir. Buna göre Şanlıurfa'ya geldiğinde tırda kaç adet koli kalmıştır?
2. Ahmet'in kumbarasında 230 TL vardır. Mehmet'in parası Ahmet'in parasının 2 katından 20 fazladır. Buna göre Ahmet ile Mehmet'in toplam kaç lirası vardır?
3. Ömer'in yaşı 21'dir. Babasının yaşı Ömer'in yaşının 2 katından 3 eksiktir. Ömer ile babasının yaşları toplamı kaçtır?
4. Zeynep 3 tanesi 24 lira olan kalemlerden 2 tane ve tanesi 35 lira olan defterden 1 tane almıştır. Zeynep satıcıya kaç lira öder?
5. Zehra Hanım 2 kg kiraz ve 5 kg elmaya 50 TL ödüyor. 1 kg kiraz 10 TL ise 1 kg elma kaç TL'dir?

EK 14 Sözlü Problem Çözme Becerisi Veri Kayıt Formu

SÖZLÜ PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ VERİ KAYIT FORMU

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Tarih-Saat:

Oturum Türü:

Öğrencinin Adı-Soyadı:																									
Problemler	Oturumlar																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
Toplam																									

Doğru Tepki:	+	Yanlış Tepki:	-	Tepkide Bulunmama:	-
--------------	---	---------------	---	--------------------	---

EK 15 Öğretim Oturumları Uygulama Güvenirliği Veri Kayıt Formu

ÖĞRETİM OTURUMLARI UYGULAMA GÜVENİRLİĞİ VERİ KAYIT FORMU

Öğrenci:

Gözlemci:

Oturumlar	Öğretim Basamakları								
	Araç- Gereç Hazırlama	Dikkat Çekme	Dersin Amacını ve Önemini Söyleme	Pekiştireç Sunma	Beceri Yönergesi Sunma	Öğretimi Gerçekleştirme Model Olma Rehberli Uygulama Bağımsız Uygulama	Öğrenciye Dönüt Verme	Pekiştireç Verme	Dersi Bitirme
1									
2									
3									
4									
5									
Toplam									

Doğru Tepki:	+	Yanlış Tepki:	-	Tepkide Bulunmama:	-
--------------	---	---------------	---	--------------------	---

EK 16 Başlama Düzeyi, Uygulama, Genelleme ve İzleme Oturumları Uygulama Güvenirliği Veri Kayıt Formu

**BAŞLAMA DÜZEYİ, UYGULAMA, GENELLEME VE İZLEME OTURUMLARI
UYGULAMA GÜVENİRLİĞİ VERİ KAYIT FORMU**

Öğrenci:

Gözlemci:

Oturumlar	Değerlendirme Basamakları					
	Araç- Gereç Hazırlama	Dikkat Çekme	Beceri Yönergesi Sunma	Öğrenci Tepkilerine Nötr Tepki Verme	İşbirliğini Pekiştirme	Toplam
1						
2						
3						
4						
5						

Doğru Tepki:	+	Yanlış Tepki:	-	Tepkide Bulunmama:	-
--------------	---	---------------	---	--------------------	---

EK 17 Gözlemciler Arası Güvenirlik Veri Kayıt Formu

GÖZLEMCİLER ARASI GÜVENİRLİK VERİ KAYIT FORMU

Amaç: Bu form, hedef becerinin gerçekleştirilme düzeyine ilişkin değerlendirmelerinizi belirlemek üzere geliştirilmiştir.

Kullanım Yönergesi: Sayın gözlemci, öğrencilerin problemlere vermiş oldukları cevapları doğru olarak değerlendiriyorsanız “Evet” sütununu, yanlış olarak değerlendiriyorsanız “Hayır” sütununu işaretleyiniz.

Gözlemcinin Adı-Soyadı:

Tarih:

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Gözlenen Oturum Türü:

Başlama düzeyi () Genelleme ()

Uygulama () İzleme ()

Problem No	Evet	Hayır
1. Problem		
2. Problem		
3. Problem		
4. Problem		
5. Problem		
Toplam		

EK 18 Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketi

ÖĞRETİM MATERYALLERİ MOTİVASYON ANKETİ

	İngilizce (orijinali)	Türkçe
1	When I first looked at this lesson, I had the impression that it would be easy for me.	Bu derse ilk baktığımda, benim için kolay olacağı izlenimine kapılmışım.
2	There was something interesting at the beginning of this lesson that got my attention.	Bu dersin girişinde dikkatimi çeken ilgi çekici bir şey vardı.
3	This material was more difficult to understand than I would like for it to be.	Bu materyali anlamak, beklediğimden daha zordu.
4	After reading the introductory information, I felt confident that I knew what I was supposed to learn from this lesson.	Konuya ilişkin giriş bilgilerini okuduktan sonra, bu dersten ne öğrenmem gerektiğini anladığım için kendimden emin oldum.
5	Completing the exercises in this lesson gave me a satisfying feeling of accomplishment.	Bu derste ki alıştırmaları tamamlamak bana tatmin edici bir başarı hissi verdi.
6	It is clear to me how the content of this material is related to things I already know.	Bu materyalin içeriğinin önceden bildiğim şeylerle nasıl ilişkili olduğu benim için açıktır.
7	Many of the pages had so much information that it was hard to pick out and remember the important points.	Sayfaların çoğunda o kadar çok bilgi vardı ki, önemli noktaları seçip hatırlamak zordu.
8	These materials are eye-catching.	Bu materyaller dikkat çekicidir.
9	There were stories, pictures, or examples that showed me how this material could be important to some people.	Bu materyalin bazı insanlar için ne kadar önemli olabileceğini gösteren hikâyeler, resimler veya örnekler vardı.
10	Completing this lesson successfully was important to me.	Bu dersi başarıyla tamamlamak benim için önemliydi.
11	The quality of the writing helped to hold my attention.	Metnin kalitesi dikkatimi çekmeye yardımcı oldu.
12	This lesson is so abstract that it was hard to keep my attention on it.	Bu ders o kadar soyut ki ders esnasında dikkatimi toplamakta zorlandım.

13	As I worked on this lesson, I was confident that I could learn the content.	Bu derse çalışırken konuyu öğrenebileceğimden emindim.
14	I enjoyed this lesson so much that I would like to know more about this topic.	Bu dersi o kadar çok sevdim ki bu konu hakkında daha fazla bilgi edinmek istiyorum.
15	The pages of this lesson look dry and unappealing.	Bu dersin sayfaları boş ve sıkıcı görünüyor.
16	The content of this material is relevant to my interests.	Bu materyalin içeriği benim ilgi alanlarımla ilişkilidir.
17	The way the information is arranged on the pages helped keep my attention.	Bilgilerin sayfalarda sunulma şekli dikkatimi sürdürmeme yardımcı oldu.
18	There are explanations or examples of how people use the knowledge in this lesson.	İnsanların bu derste bilgileri nasıl kullandıklarına yönelik açıklamalar veya örnekler bulunmaktadır.
19	The exercises in this lesson were too difficult.	Bu derste alıştırmalar çok zordu.
20	This lesson has things that stimulated my curiosity.	Bu derste merakımı uyandıran konular var.
21	I really enjoyed studying this lesson.	Bu derse çalışmaktan gerçekten keyif aldım.
22	The amount of repetition in this lesson caused me to get bored sometimes.	Bu derste tekrar sayısı bazen sıkılmama neden oldu.
23	The content and style of writing in this lesson convey the impression that its content is worth knowing.	Bu dersin konusu ve anlatım biçimi, içeriğinin bilinmeye değer olduğu izlenimini veriyor.
24	I learned some things that were surprising or unexpected.	Şaşırtıcı ya da beklenmedik bazı şeyler öğrendim.
25	After working on this lesson for a while, I was confident that I would be able to pass a test on it.	Bu derse bir süre çalıştıktan sonra, konu ile ilgili bir sınavı geçebileceğimden emindim.
26	This lesson was not relevant to my needs because I already knew most of it.	Bu ders benim ihtiyaçlarımla ilgili değildi çünkü çoğunu zaten biliyordum.
27	The wording of feedback after the exercises, or of other comments in this lesson, helped me feel rewarded for my effort.	Alıştırmalardan sonra verilen geri bildirimlerin ya da bu derste diğer yorumların ifade ediliş biçimi, çabalarımın karşılığını aldığımı hissetmeme yardımcı oldu.
28	The variety of reading passages, exercises, illustrations, etc., helped keep my attention on the lesson.	Okuma parçalarının, alıştırmaların, resimlerin vb. çeşitliliği dikkatimi derste sürdürmeme yardımcı oldu.
29	The style of writing is boring.	Yazım biçimi sıkıcıydı.
30	I could relate the content of this lesson to things I have seen, done, or thought about in my own life.	Bu dersin içeriğini kendi hayatımda gördüğüm, yaptığım veya düşündüğüm şeylerle ilişkilendirebilirim.

31	There are so many words on each page that it is irritating.	Her sayfada o kadar çok kelime var ki bu durum rahatsız ediciydi.
32	It felt good to successfully complete this lesson.	Bu dersi başarıyla tamamlamak iyi hissettirdi.
33	The content of this lesson will be useful to me.	Bu dersin içeriği benim için faydalı olacak.
34	I could not really understand quite a bit of the material in this lesson.	Bu derste anlatılanların bir bölümünü gerçekten anlayamadım.
35	The good organization of the content helped me be confident that I would learn this material.	İçeriğin iyi düzenlenmesi, bu konuyu öğreneceğimden emin olmama yardımcı oldu.
36	It was a pleasure to work on such a well-designed lesson.	Böylesine iyi tasarlanmış bir ders üzerinde çalışmak benim için bir zevkti.



EK 19 Newman Hata Analizi Kodlama Tablosu

NEWMAN HATA ANALİZİ KODLAMA TABLOSU

Değerlendiricinin Adı-Soyadı:

Tarih:

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Değerlendirilen Oturum Türü:

Başlama düzeyi () Uygulama () İzleme ()

Newman Hata Analizi	1. Problem	2. Problem	3. Problem	4. Problem	5. Problem
Okuma					
Anlama					
Dönüştürme					
Süreç Becerisi					
Kodlama					

EK 20 Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU

Gözlemci:

Tarih-Saat:

Problem durumunun anlaşılması ile ilgili:

.....

.....

Problemin çözülmesi için plan yapma ile ilgili:

.....

.....

Çözülen problem için yapılan planın uygulanması ile ilgili:

.....

.....

Çözülen problemin kontrol edilmesi ile ilgili:

.....

.....

Diğer tespitler:

.....

.....