
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

GERÇEKÇİ MATEMATİK EĞİTİMİNE DAYALI BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİMİN 8.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ORANTISAL AKIL YÜRÜTME BECERİLERİ VE MOTİVASYONLARINA ETKİSİ

Ahmet Turğut Keleş

DOKTORA TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN, 2023

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24 (yirmi dört) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Ahmet Turğut

Soyadı : Keleş

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Gerçekçi Matematik Eğitimine Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretimin 8.Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerileri ve Motivasyonlarına Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Computer Assisted Insruction Based on Realistic Mathematics Education on 8th Grade Students' Proportional Reasoning Skills and Motivation

ETİK İLKELERİ UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Ahmet Turğut KELEŞ

İmza: ……..

JÜRİ ONAY SAYFASI

Ahmet Turğut KELEŞ tarafından hazırlanan "Gerçekçi Matematik Eğitimine Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretimin 8.Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerileri ve Motivasyonlarına Etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Cengiz Çinar
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Başkan: Prof. Dr. Ahmet Işık
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Üye: Prof. Dr. Yüksel Dede
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Üye: Prof. Dr. Abdulkadir Tuna
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Kastamonu Üniversitesi ……

Üye: Doç. Dr. Şeyhmus Aydoğdu
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı,
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ……

Tez Savunma Tarihi: 08/06/2023

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban Çetin
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü ……

Aileme…

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bana yol gösteren, yardım ve desteğini esirgemeyen, eleştiri ve önerileriyle hem tez çalışmama hem de akademik gelişimime büyük katkılar sağlayan saygıdeğer hocam ve danışmanım Prof. Dr. Cengiz ÇİNAR'a derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama görüş ve önerileriyle yön veren, Tez İzleme Komitesi üyesi saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Yüksel DEDE ve Prof. Dr. Albulkadir TUNA'ya, önemli değerlendirme ve önerileri ile katkıda bulunan saygıdeğer jüri üyesi hocalarım Prof. Dr. Ahmet IŞIK ve Doç. Dr. Şeyhmus AYDOĞDU'ya en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım. İhtiyacım olduğunda kıymetli vaktini ayırarak destek veren ve bana yol gösteren çok değerli hocam Prof. Dr. Devrim ÇAKMAK'a teşekkülerimi sunarım.

Çalışmamı gerçekleştirdiğim okul yöneticileri ve öğretmenlerine, özel olarak büyük desteklerini gördüğüm değerli öğretmenim Saliha ŞAHİN'e ve ayrıca çalışma grubumda yer alan 8/C ve 8/D sınıfı öğrencilerine teşekkür ederim.

Çalışma hayatımda akademik çalışma yapmamı destekleyen Ahmet Yesevi Üniversitesi Mütevelli Heyet Başkanlığı idarecilerine ve değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yaşadığım zorluklara rağmen her zaman anlayış gösteren, moral ve güç veren, sevgisini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Betül KELEŞ'e ve canım kızım Bilge KELEŞ'e teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca yanımda olan, aldığım tüm kararlara maddi manevi destek olan, varlıklarıyla bana güç veren değerli babam Prof. Dr. Hamza KELEŞ, annem Zehra KELEŞ ve ağabeyim Mehmet Aykut KELEŞ'e sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

GERÇEKÇİ MATEMATİK EĞİTİMİNE DAYALI BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİMİN 8.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ORANTISAL AKIL YÜRÜTME BECERİLERİ VE MOTİVASYONLARINA ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Ahmet Turğut Keleş

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran, 2023

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretimin, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine ve motivasyonlarına etkisinin incelenmesidir. Bu amaca dayalı olarak araştırma, öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu, 2022-2023 eğitim öğretim yılının birinci döneminde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören, aynı öğretmenin ders verdiği iki farklı şubede yer alan sekizinci sınıf seviyesindeki toplam 44 öğrenciden oluşmaktadır. Şubeler arasında deney ve kontrol gruplarına kura ile karar verilmiştir. Deney grubunda 23, kontrol grubunda 21 öğrenci bulunmaktadır. Araştırma 6 hafta (12 ders saati) süresince yürütülmüştür. Deney grubunda gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretim süreci uygulanırken, kontrol grubu öğrencileri MEB öğretim programına dayalı öğretime devam etmiştir. Araştırmada bağımlı değişkenlere ilişkin ölçümler, nicel veri toplama araçları kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen nicel veriler bilgisayar ortamında analiz programı kullanılarak çözümlenmiştir. Verilerin analizinde

betimsel istatistikler, Kruskal-Wallis ve Wilcoxon işaretli sıralar testleri kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken, sontest puanlarında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin motivasyon öntest ve sontest puanları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular alanyazın doğrultusunda tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler : Gerçekçi matematik eğitimi, orantısal akıl yürütme becerisi, motivasyon

Sayfa Adedi : 140 + xvi

Danışman : Prof. Dr. Cengiz ÇİNAR

THE EFFECT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION BASED ON REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION ON 8TH GRADE STUDENTS' PROPORTIONAL REASONING SKILLS AND MOTIVATION

(Ph.D Thesis)

Ahmet Turğut Keleş

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

June, 2023

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effect of computer assisted instruction based on realistic mathematics education on students' proportional reasoning skills and motivation. Based on this purpose, the research was carried out using a quasi-experimental design with pretest-posttest control group. The study group of the research consists of 44 eighth grade students studying at a public middle school in the first semester of the 2022-2023 academic year, and in two different classes which studing with same teacher. Experimental and control groups were decided by drawing lots among the branches. There are 23 students in the experimental group and 21 students in the control group. The research was carried out for 6 weeks (12 course hours). While the computer assisted instruction based on realistic mathematics education was applied in the experimental group, the control group students continued the education based on the MEB curriculum. Measurements of dependent variables in the study were made using quantitative data collection tools. Quantitative data

obtained were analyzed using an analysis program in computer environment. Descriptive statistics, Kruskal-Wallis and Wilcoxon signed-rank tests were used in the analysis of the data. According to the research results, while there was a statistically significant difference in favor of the control group in the proportional reasoning skill pretest scores of the experimental and control group students, there was a statistically significant difference in favor of the experimental group in the posttest scores. In addition, it was determined that there was a statistically significant difference between the motivation pretest and posttest scores of the experimental group students. These findings were discussed together with the literature.

Key Words : Realistic mathematics education, proportional reasoning skill, motivation

Page Number : 140 + xvi

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz ÇİNAR

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU i

ETİK İLKELERİ UYGUNLUK BEYANI ii

JÜRİ ONAY SAYFASI iii

TEŞEKKÜR v

ÖZ vi

ABSTRACT viii

İÇİNDEKİLER x

TABLOLAR LİSTESİ xiv

ŞEKİLLER LİSTESİ xvi

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xvii

BÖLÜM I 1

GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1

1.2. Araştırmanın Amacı 5

1.3. Araştırmanın Önemi 5

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Varsayımları 7

1.5. Tanımlar 7

BÖLÜM II 8

KAVRAMSAL ÇERÇEVE 8

2.1. Gerçekçi Matematik Eğitimi 8

2.1.1. Matematikleştirme 9

2.1.2. Gerçekçi Matematik Eğitimi Eğitsel Tasarı İlkeleri 12

2.1.2.1. Yönlendirilmiş Yeniden Keşfetme (Guided Reinvention) 12

2.1.2.2. Öğretici Olgu (Didactical Phenomenology) 14

2.1.2.3. Gelişen Modeller (Emergent Models) 14

2.1.3. Gerçekçi Matematik Eğitiminde Öğrenme ve Öğretme İlkeleri 15

2.1.4. Gerçekçi Matematik Eğitimine Uygun Öğretim Tasarımı 17

2.1.4.1 Sınıf Düzeyi 17

2.1.4.2 Ders Düzeyi 18

2.1.4.3 Kuramsal Düzey 18

2.1.5 Gerçekçi Matematik Eğitimi Ders Planı Bileşenleri 19

2.1.5.1 Hedefler 19

2.1.5.2 Materyaller 19

2.1.5.3 Aktiviteler 19

2.1.5.4 Değerlendirme 20

2.1.6 Gerçekçi Matematik Eğitimi ve Yapılandırmacılık 20

2.2 Orantısal Akıl Yürütme Becerisi 22

2.2.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Önemi 23

2.2.2 Orantısal Akıl Yürütme İçeren Problem Türleri 25

2.2.3 Orantısal Akıl Yürütme İçeren Problemlere Yönelik Çözüm Stratejileri 25

2.2.4 Orantısal Akıl Yürütme Düzeyleri 28

2.2.5 Orantılı Akıl Yürütme Gelişimi İçin Dönüşümler 28

2.3 Motivasyon ve Motivasyon Stratejileri 31

2.3.1 Motivasyon Kavramı 31

2.3.2 Motivasyon Teorileri 34

2.3.2.1 İçerik Teorileri 35

2.3.2.2 Süreç Teorileri 37

2.3.3 Keller'in ARCS Modeli 40

2.3.3.1 Dikkat (Attention) Stratejisi *41*
2.3.3.2 Uygunluk (Relevance) Stratejisi *42*
2.3.3.3 Güven (Confidence) Stratejisi *43*
2.3.3.4 Doyum (Satisfaction) Stratejisi *44*

2.4 İlgili Araştırmalar **44**
2.4.1 Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Araştırmalar **45**
2.4.2 Gerçekçi Matematik Eğitimi İle İlgili Araştırmalar **53**

BÖLÜM III **58**

YÖNTEM **58**

3.1. Araştırma Modeli **58**

3.2. Çalışma Grubu **59**

3.3. Verilerin Toplanması **61**
3.3.1 Öğretim Materyalinin Tasarımı ve Uygulanması **62**
3.3.1.1 Analiz ***63***
3.3.1.2 Tasarım ***65***
3.3.1.2.1 Öğretim Materyalinin Gerçekçi Matematik Eğitimi Teorisine Dayalı Tasarımı *71*
3.3.1.2.2 Öğretim Materyalinin ARCS Motivasyon Modeline Dayalı Tasarımı *75*
3.3.1.3. Geliştirme ***79***
3.3.1.4. Uygulama ***80***
3.3.1.5. Değerlendirme ***82***
3.3.2 Veri Toplama Araçları **82**
3.3.2.1 Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği (OAYBÖ) ***83***
3.3.2.2 Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ) ***85***

3.4 Verilerin Analizi **87**

BÖLÜM IV **88**

BULGULAR VE YORUM **88**

4.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisine İlişkin Bulgular ve Yorum **88**

4.1.1 Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum 90
4.1.2 Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum 91
4.1.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum 91
4.2 Motivasyona İlişkin Bulgular ve Yorum.....93
4.2.1 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum 95
BÖLÜM V 97
SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER 97
5.1 Sonuç ve Tartışma.....97
5.1.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Sonuç ve Tartışma.....98
5.1.2 Motivasyona Yönelik Sonuç ve Tartışma 101
5.2 Öneriler.....102
5.2.1 Araştırmacılar İçin Öneriler.....102
5.2.2 Uygulayıcılar İçin Öneriler 103
KAYNAKLAR.....104
EKLER.....121
EK 1. Denge Çubuğu Materyali 122
EK 2. Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği (OAYBÖ).....130
Ek 3.: Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ).....135
EK 4: Etik Kurul İzni.....136
EK 5: Meb Uygulama İzni 137
Ek 6: Bilgisayar Laboratuvarı Oturum Düzeni.....138
Ek 7: Bilgisayar Laboratuvarı ve Deney Grubu Uygulamaları 139

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. *Matematik Eğitimi Yaklaşımları ve Matematikleştirme Türleri.* 11
Tablo 2.2. *ARCS Model Kategorileri, Tanımları ve Süreç Soruları* 41
Tablo 3.1. *Araştırma Modelinin Simgesel Gösterimi* 59
Tablo 3.2. *Çalışma Grubuna İlişkin Betimsel Özellikler* 59
Tablo 3.3. *Deney ve Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları ve Çarpıklık-Basıklık Değerleri* 60
Tablo 3.4. *Deney ve Kontrol Grupları Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntesst Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis Testi Sonuçları* 61
Tablo 3.5. *Denge Çubuğu Seviyeleri ve Her Seviyede Yer Alan Görevler* 69
Tablo 3.6. *OAYBÖ'deki Maddelerin Faktör Yükleri* 84
Tablo 3.7. *OAYBÖ Güvenirlik Analizi Sonuçları* 85
Tablo 3.8. *OMMÖ Seviyelerine Göre Alt-Üst Puan Değerleri* 86
Tablo 3.9. *ÖMMÖ Güvenirlik Analizi Sonuçları* 86
Tablo 4.1. *Grupların Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri* 88
Tablo 4.2. *Deney Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları* 89
Tablo 4.3. *Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları* 90
Tablo 4.4. *Deney Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları* 91
Tablo 4.5. *Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları* 91

Tablo 4.6. *Deney ve Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Sontest Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis testi Sonuçları*.....92
Tablo 4.7. *Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri* 93
Tablo 4.8. *Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları* 94
Tablo 4.9. *Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*.....95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Matematikleştirme süreci 10
Şekil 2.2. Yatay ve dikey matematikleştirme 11
Şekil 2.3. Yönlendirilmiş yeniden keşfetme modeli 13
Şekil 2.4. GME'de modellerin gelişim aşamaları 15
Şekil 2.5. GME'de materyal tasarlama modeli 18
Şekil 2.6. Yapılandırmacı yaklaşım ve GME yaklaşımı aşamalarının Bloom taksonomisindeki gösterimi 22
Şekil 3.1. Deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarına ilişkin kutu grafiği 61
Şekil 3.2. ADDIE modeli süreçleri 63
Şekil 3.3. Denge çubuğu ilk çizim 65
Şekil 3.4. Denge görevi çizimi 66
Şekil 3.5. Durum görevi çizimi 67
Şekil 3.6. Karşılaştırma görevi çizimi 68
Şekil 3.7. Bul görevi çizimi 68
Şekil 4.1. Deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanlarına ilişkin kutu grafiği 92

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

NCTM	National Council of Teachers of Mathematics (Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi)
GME	Gerçekçi Matematik Eğitimi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
TDK	Türk Dil Kurumu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problemi, amacı, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Hızla gelişen ve değişen dünyada bilim ve teknolojideki gelişmeler, insan hayatının her anını etkilemektedir. Bu gelişmeler neticesinde toplumda süratli bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bireylerin mevcut sosyal değişimlere cevap verebilecek beceri ve yeteneklere sahip olması toplumların geleceği açısından hayati önem arz etmektedir. Dolayısıyla temel bir beceri olarak iş dünyasında, mühendislikte, bilimde ve teknolojide gereklilik arz eden matematik bilgisi giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, bilim ve teknolojideki gelişmeler ışığında, matematik öğretim programlarında sürekli bir reforma ihtiyaç bulunmaktadır.

Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (NCTM), 1980'lerden beri matematik reform hareketinin ön saflarında yer almaktadır. Reform hareketinin amaçlarından biri, aritmetik, cebir, geometri, olasılık ve istatistik dâhil olmak üzere matematiğin tüm alanlarını destekleyen ve diğer disiplinlerde uygulaması olan büyük fikirlere odaklanan bir müfredat ile öğrencilerin matematik anlayışını geliştirmektir (Greenes, 1995). Tutarlı bir müfredatta, matematiksel fikirler birbiriyle bağlantılıdır ve birbiriyle inşa edilir, böylece öğrencilerin anlayışları ve bilgileri derinleşir ve matematiği uygulama yetenekleri artar (NCTM, 2000).

Orantısal akıl yürütme, ortaokul matematiğinde (6-8. sınıflarda) geniş bir içerik yelpazesini birbirine bağlayan büyük bir köprü ve matematiksel düşünmenin önemli bir yoludur.

Öğrenciler y=kx şeklindeki doğrusal fonksiyonları çalıştıklarında, ölçekli bir haritada iki nokta arası mesafeyi ve gerçekte bu noktalara karşılık gelen konumlar arasındaki gerçek mesafeyi düşündüklerinde, bir histogram grafiğini yorumlamaları gerektiğinde, bir dairenin çevresi ile çapı arasındaki ilişkiyi incelediklerinde ve benzeri birçok problem durumu ile karşılaştıklarında gelişmiş orantısal akıl yürütme becerisine ihtiyaç duyarlar (NCTM, 2000).

Alanyazın incelendiğinde orantısal akıl yürütme kavramına dair farklı tanımlamalar yapıldığı görülmektedir. Lesh, Post ve Behr (1988)'e göre orantısal akıl yürütme bir orantıdaki oranların çeşitli elementlerinin zihinsel özümsemesini ve sentezini içerir. Baxter ve Junker (2001)'e göre orantısal akıl yürütme, bir orandaki nicelikler arasındaki ilişkiyi incelemesinin yanı sıra bir orantının bileşenleri arasındaki ilişkiyi de tanımlama, tahmin etme ve değerlendirmeyi içermektedir. Orantılı bir durumu temsil eden nicelikler arasında çarpımsal bir ilişki vardır (Akkuş-Çıkla & Duatepe, 2002; Cramer & Post, 1993). Özgün-Koca ve Altay (2009)'a göre orantısal akıl yürütme, orantılardaki çarpımsal ilişkileri anlayabilme, uygun orantı şemalarını oluşturabilme ve çeşitli oran ve orantı problemlerini modelleyebilme ve çözebilme becerisini içeren bilişsel bir süreçtir. Orantısal akıl yürütmenin tüm bu tanımlarındaki ortak tema, oranların doğasında var olan çarpımsal ilişkidir.

Orantısal akıl yürütme, matematik bilgisinin temel bir köşe taşıdır. İnsanın öğrenim psikolojisinde, orantısal akıl yürütme, somut işlemsel düşünce düzeylerinden resmi işlemsel düşünce düzeylerine önemli bir kavramsal değişimi başlatan bir yetenek olarak kabul edilmektedir (Lesh, Post, & Behr, 1988). Langrall ve Swafford (2000), bir öğrencinin orantısal olarak akıl yürütme yeteneğinin, daha yüksek matematik seviyelerinde matematiksel anlamalarına yardımcı olmak için zorunlu olduğunu ve bu nedenle ortaokul yıllarında geliştirilip güçlendirilmesi gerektiğini iddia etmektedir. Öğrenciler, orantılı akıl yürütmeyi kullanarak, ilkokul matematiği bilgilerini pekiştirir ve lise matematiği ve cebirsel akıl yürütme için bir temel oluşturur (Lamon, 1999).

Orantısal akıl yürütme, gerçek hayatta en çok kullanılan matematik kavramlarından biridir (Lanius & Williams, 2003). İnsanlar, orantısal akıl yürütme becerilerini her gün kullanabilirler. Sayısız örnekten birkaç tane vermek gerekirse; iki yüz km yolculuk için kaç litre yakıt gerektiğini belirlemek, saniyede yetmiş sayfa yazdırabilen bir yazıcı ile üç dakikada kaç sayfa yazdırılabileceğini belirlemek, iki farklı fiyattan birim maliyeti hesaplayıp daha iyi bir satın alma yapabilmek, aynı tempoda çalışılarak bir işin ne kadar

zamanda tamamlanabileceğini belirlemek, risk alınacak durumlarda olasılıkları belirleyebilmek orantısal akıl yürütme gerektiren gerçek hayat durumlarıdır.

Az gelişmiş orantısal akıl yürütme potansiyel olarak gerçek hayat durumlarını etkiler. Hatta bazen yaşamı tehdit eder (örneğin tıpta yanlış dozlar) ve feci sonuçlara neden olur (Dole, 2010). Bununla birlikte Lamon (1999), yetişkin nüfusun yarısından fazlasının orantısal akıl yürütebilen düşünür olarak görülemeyeceğini ifade etmektedir. Lamon, sonraki çalışmasında ise yeterli derecede orantısal akıl yürütemeyen yetişkinlerin oranının %90'ı aştığını bildirmiştir (Lamon, 2012). Orantısal akıl yürütme becerisinin özel olarak ortaokul matematik programı genel olarak insan yaşantısı için taşıdığı önem ve gerekliliği ve mevcut öğretim programları ile bireylere istenen düzeyde kazandırılamaması, bu becerinin gelişimi için farklı öğretim yaklaşımlarının etkisinin araştırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Altun (2006)'a göre matematik, yaşamın soyutlanmış bir halidir ve gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin çözümleri için en önemli insan etkinliklerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Okullardaki matematik eğitiminin gerçek hayat ile uyumsuz olması, bireylerin okulda alınan bilgi ve becerileri gerçek hayatta kullanmakta zorlanmalarına ve problem çözme durumlarında yetersiz kalmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle matematik, öğrenilmesi gerekli soyut kavramlar ve beceriler bütünü olarak değil, gerçekliğin modellenmesini temele alan, problem çözme ve anlamlandırma süreci ile oluşan bilgi ve beceriler olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda matematik eğitiminde olması gereken öğretim ortamlarını destekleyen yaklaşımlardan biri Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) teorisidir. Alana özgü bir öğretme ve öğrenme teorisi olan GME, Hans Freudenthal'in matematiğin bir insan etkinliği olduğu ve gerçeklikle bağlantılı olması gerektiği görüşüne dayanmaktadır (Heuvel-Panhuizen & Wijers, 2005). Bu nedenle öğrenciler matematik konularını, onlara sunulan genel uygulanabilirliği olan hazır bir sistemden ziyade gerçek bağlamlardan ve kendi matematiksel etkinliklerinden öğrenmelidirler. Matematik öğretimi gerçek hayat problemleri ile başlamalı ve matematik yapma gereksinimi öğretimin ana ilkesi olmalıdır (Gravemeijer, 1990).

Ülkemiz matematik dersi öğretim programlarında, matematik öğretiminde gerçek hayat durumlarının kullanılmasının gerekliliği ortaya konmuştur. Bu sayede öğrencilerin matematiksel kavramları anlamlandırmasının sağlanacağı belirtilmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin öğretim sürecinde etkin olması ve kendi deneyimleri vasıtasıyla kendi

bilgilerini oluşturmasına fırsat verilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır (MEB,2018). Öğretim programında yer alan bu önerilerin GME yaklaşımı ile sağlanabileceği düşüncesi, GME yaklaşımını önemli bir araştırma konusu yapmıştır.

Streefland, gerçekçi matematik eğitimine uygun öğretim tasarımını sınıf düzeyi, ders düzeyi ve kuramsal düzey olmak üzere üç seviyede yapılandırmıştır (Zulkardi, 2002). Sınıf düzeyinde GME'ne dayalı öğretim süreci tasarımı için uygulama alanına hizmet edecek, öğrencilerin önceki öğrendikleri ile ilişkili, matematik üretme potansiyeline sahip, anlamlı bağlamsal problem durumları içeren gerçek bir materyal hazırlanmalı ve öğrenciye sunulmalıdır (Akyüz, 2010; Ayvalı, 2013). Öte yandan NCTM (2000), öğretilen matematiği ve öğrencilerin öğrenmesini geliştirdiği için matematik öğretiminde ve öğreniminde teknolojinin gerekli olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimine dair öğretim süreci tasarlarken teknolojik araçların kullanımının etkili olabileceği düşüncesi ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde öğrenmeye bakış açısı sadece biliş, idrak ve kavramaya dikkat çekmekle kalmamakta, öğrencilerin motivasyon düzeyleri de faydalı öğrenme ve başarı için temel faktörler arasında değerlendirilmektedir (Dermitzaki, Stavroussi, Vavougios & Kotsis, 2013; Di Serio, Ibáñez & Kloos, 2013). Motivasyon, seçimlerimizde başarılı olmaya katkı sağladığı gibi motivasyon eksikliği de başarının önünde bir engel olabilir (Jaemu, Kim & Lee, 2008). Motivasyon eksikliği nedeniyle hayal kırıklığı ve sıkıntı hissi, üretkenliği etkileyebilir (Legault, Green-Demers & Pelletier, 2006). Wang, Shannon ve Ross (2013), motivasyonun, derse dair memnuniyeti ve akademik performansı, Wyss, Lee, Domina ve MacGillivray (2014), kalıcılığı, üretkenliği ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır. Motivasyon, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha aktif olmalarına, daha yüksek başarıya ulaşmalarına ve daha fazla ilgi göstermelerine yardımcı olur. Bu nedenle, eğitimde motivasyonun artırılması, öğrencilerin başarısını artırmak için önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Motivasyon stratejilerinin uygulandığı bilgisayar destekli GME yaklaşımının, matematik öğretiminde niteliği arttıracağı düşüncesi, bu çalışmanın yapılmasına zemin hazırlamıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, motivasyon stratejilerinin uygulandığı gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretimin, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine ve motivasyonlarına etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın araştırma problemi;

- Gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretimin, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine ve motivasyonlarına etkisi nedir?

biçimindedir. Bu probleme yanıt, aşağıda yer alan alt problemlere yönelik elde edilen yanıtlar aracılığıyla verilecektir;

1) Deney grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2) Kontrol grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
3) Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerisi sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
4) Deney grubunun motivasyon ve alt faktörleri (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

İlgili alanyazın incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmaların çoğunlukla katılımcıların mevcut orantısal akıl yürütme seviyelerinin tespiti ve bu becerinin kazandırılmasında yaşanılan zorluklar ile ilgili olduğu görülmektedir (Atabaş & Öner, 2016; Avcu & Doğan, 2014; Bart, Post, Behr & Lesh 1994; Ben-Chaim, Fey, Fitzgerald, Benedetto & Miller, 1998; Cansız Aktaş, 2022; Cramer & Post, 1993; Duatepe, Akkuş-Çıkla & Kayhan, 2005; Kahraman, Kul & İskenderoğlu, 2019; Karlı & Yıldız, 2022; Knox, 2017; Langrall & Swafford, 2000; Pakmak, 2014; Tournaire & Pulos, 1985). Bununla birlikte nispeten az da olsa orantısal akıl yürütme becerisinin geliştirilmesinde etkili olabilecek öğretim tasarlamaya ve etkisini incelemeye yönelik deneysel araştırmalar da gerçekleştirilmiştir (Ayan Civak, 2020; Benson, 2009; Blessing, 2015; Gürler Karakoca, 2019; Knox, 2017; Küpcü, 2008; Öz, 2020; Pişkin Tunç, 2016; Puglia, 2016; Vizcaino, 2020). Bu araştırmalarda kullanılan öğretim yaklaşımları incelendiğinde, bir araştırma (Gürler

Karakoca, 2019) dışında GME yaklaşımını temele alan araştırmaya rastlanmamıştır. Orantısal akıl yürütme becerisi günlük hayatta en çok kullanılan matematiksel becerilerden biridir (Lanius & Williams, 2003). Buna bağlı olarak, bu becerinin öğrenciye kazandırılmasına yönelik gerçekleştirilen öğretimde öğrenciler için anlamlı olan gerçek problem durumları oluşturulup öğretim sürecinde kullanılmasının etkili olabileceği düşünüldüğünde GME yaklaşımı bir çözüm önerisi olarak ortaya çıkmaktadır. Mevcut araştırma GME yaklaşımını temele alması açısından önem taşımaktadır.

Yukarıda belirtilen, bir öğretim sürecinin orantısal akıl yürütme becerisine etkisini inceleyen araştırmalar katılımcılarına göre de farklılık göstermektedir. Araştırmaların bir kısmı lisans düzeyi (Benson; 2009; Pişkin Tunç, 2016), bir kısmı lise düzeyi (Knox, 2017; Öz, 2020) ve büyük bir çoğunluğunun ortaokul altıncı ve yedinci sınıf düzeyindeki öğrenciler ile gerçekleştirildiği görülmektedir (Ayan Civak, 2020; Blessing, 2015; Gürler Karakoca, 2019; Puglia, 2016; Vizcaino, 2020). Buna karşın katılımcıları arasında sekizinci sınıf düzeyindeki öğrenciler bulunan çalışmaların ise oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Küpcü; 2008). Langrall ve Swafford (2000) ve NCTM (2000)'e göre orantısal akıl yürütme becerisi ortaokul yıllarında (6-8. sınıflarda) geliştirilebilir bir beceridir. Araştırmaların çoğunluğunun 6. ve 7. sınıf seviyesindeki öğrenciler ile gerçekleştirilmesinin, "oran ve orantı" konusunun 6. ve 7. sınıf matematik öğretim programında yer almasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Dole, 2010). Mevcut araştırmanın, bu becerinin "oran ve orantı" konusunu daha önce görmüş 8.sınıf seviyesindeki öğrencilerde de tasarlanan bir öğretim ile geliştirilip geliştirilemeyeceği konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Alanyazında orantısal akıl yürütme becerisine yönelik yapılan çalışmalarda, teknolojik materyallerin öğrencilerin orantılı iki çokluğu içeren durumlar ile ilgili deneyimlerini nasıl şekillendireceğinin araştırılmasını (Sharp, 2014), öğrencilerin matematiksel hatalarına izin veren eğitsel öğrenme ortamı oluşturulmasını (Khasawneh, Al-Barakat & Almahmoud, 2022) ve orantısal durumların bilgisayar ortamında hareketli hale getirilerek öğretim sürecinde kullanımını (Çetiner, 2022) öneren araştırmalara rastlanmıştır. Mevcut araştırma belirtilen bu durumlara yönelik bir örnek teşkil etmesi açısından önem taşımaktadır.

Yukarıda belirtilen değerlendirmeler sonucunda, GME yaklaşımını temel alan, teknolojik bir araç olarak bilgisayarı öğretim sürecine dâhil eden, özel olarak 8. sınıf seviyesindeki katılımcılar ile gerçekleştirilen ve sistematik bir sürecin yürütüldüğü bu araştırmanın, matematik eğitimi alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Varsayımları

Araştırma, bilgisayar laboratuvarı ve uygun bilgisayar gerekliliğine bağlı olarak, deney grubunda yer alan 23 öğrenci ve kontrol grubunda yer alan 21 öğrenci ile sınırlıdır. Araştırmaya katılan öğrencilerin kontrol altına alınan değişkenler dşındaki değişkenler (dışsal değişkenler) bakımından benzer olduğu ve bu değişkenlerin araştırma süresince deney ve kontrol gruplarındaki öğrencileri aynı şekilde etkilediği varsıyılmıştır.

1.5. Tanımlar

a) Gerçekçi Matematik Eğitimi (Realistic Mathematics Education – GME); Hollanda'da 1960'ların sonlarında başlayan matematik eğitimi reformunun bir sonucu olarak, Freudenthal Enstitüsü tarafından tanıtılan ve geliştirilen, öğrencilerin matematiği nasıl öğrenebileceği ve matematik konularının nasıl öğretilmesi gerektiğine ilişkin bir görüşe dayanan alana özgü bir öğretme ve öğrenme teorisidir (Heuvel-Panhuizen & Wijers, 2005).

b) Orantısal Akıl Yürütme Becerisi; orantısal olan ve olmayan durumları ayırt edebilmek, nicel ve nitel çokluklar arasında var olan çarpımsal ilişkiyi anlamak, yorumlamak ve kullanabilmektir (Behr, Harel, Post & Lesh, 1992).

c) Motivasyon; öğrenenlerin davranışlarının yönünü, şiddetini, kararlılığını belirleyen en önemli güç kaynaklarından biri (Keller ve Kopp, 1987) ve öğrenenlerin performansını etkileyen içsel faktörlerden biridir (Keller ve Kopp, 1987; Bixler, 2006).

d) ADDIE Modeli; 1970'li yıllarda Florida State Üniversitesi Eğitim Teknolojisi Merkezinde eğitimde teknolojik uygulamalar konusunda çalışan bilim adamları ile Amerikan ordusuna bağlı birimlerin ortak çalışmaları sonucunda geliştirilen öğretim tasarımı modelinin aşamaları olan analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme (Analysis, Design, Develop, Implement ve Evaluate) kelimelerinin ilk harflerinin birlesimidir (Allen, 2006; Molenda, 2003).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, araştırma probleminde belirtilen gerçekçi matematik eğitimi, orantısal akıl yürütme becerisi, motivasyon ve motivasyon stratejileri kavramsal düzeyde incelenmiş ve alanyazındaki ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Gerçekçi Matematik Eğitimi

Gerçekçi Matematik Eğitimi (Realistic Mathematics Education – RME) Hollanda'da 1960'ların sonlarında başlayan matematik eğitimi reformunun bir sonucu olarak, Freudenthal Enstitüsü tarafından tanıtılan ve geliştirilen, öğrencilerin matematiği nasıl öğrenebileceği ve matematik konularının nasıl öğretilmesi gerektiğine ilişkin bir görüşe dayanan alana özgü bir öğretme ve öğrenme teorisidir (Heuvel-Panhuizen & Wijers, 2005). GME, matematik öğrenmede, öğretmede ve matematik eğitimi için öğretimsel materyallerin tasarımında eğitimsel ve öğretimsel bir felsefeyi tavsiye eden bir matematik eğitimi teorisi olarak tanımlanmaktadır (Sezgin-Memnun,2011).

Geleneksel öğretime bir meydan okuma olarak ortaya çıkan GME teorisi, Hans Freudenthal'in matematiğin bir insan etkinliği olduğu ve gerçeklikle bağlantılı olması gerektiği görüşüne dayanmaktadır. Bu nedenle GME'ye göre öğrenciler, matematik konularını onlara sunulan genel uygulanabilirliği olan hazır bir sistemden ziyade gerçek bağlamlardan ve kendi matematiksel etkinliklerinden öğrenmelidirler. Matematik öğretimi gerçek hayat problemleri ile başlamalı ve matematik yapma gereksinimi öğretimin ana ilkesi

olmalıdır (Gravemeijer, 1990). GME teorisi, Hollanda'dan sonra İngiltere, İspanya, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Japonya, Portekiz, Güney Afrika, Brezilya ve Malezya gibi çok sayıda ülke tarafından da benimsenmiştir (de Lange, 1996).

2.1.1. Matematikleştirme

Freudenthal, matematiksel aktiviteyi gerçek bir durumdan ortaya çıkan bir problem durumu için çözüm arayışı ve bu çözüm için gerekli düzenlemelerin yapılması olarak tanımlamaktadır (Heuvel-Panhuizen, 1996). Freudenthal'a göre tarihte matematik gerçek hayat problemleriyle başlamış, gerçek hayat matematikleştirilerek formal sisteme geçilmiştir. Önce formal bilgiyi verip arkasından uygulamaya geçme şeklinde işleyen öğrenme, ona göre anti didaktiktir. GME'de matematikleştirme kritik öneme sahiptir ve bunun iki temel nedeni vardır. Bunlardan birincisi, matematikleştirme sadece matematikçilerin işi değildir, her insanın işidir. İkincisi ise yeniden keşfetme fikri ile ilgilidir. Matematikte formal bilgiye ulaşma son basamaktır, ilk basamak olmamalıdır. Öğrencinin çalışabileceği, denemeler yapabileceği bir ortamın hazırlanması gerekir. Öğrenme şekli sürecin öğrenen tarafından keşfi şeklinde olmalıdır. Matematikleştirme olarak açıklanan bu sürecin kazanımı öğrenenlerin günlük hayattaki durumları matematiksel yaklaşımla ele almalarıdır (Altun, 2006).

Treffers (1987), eğitim bağlamında iki tür matematikleştirme fikrini formüle etmiştir; yatay ve dikey matematikleştirme. Yatay matematikleştirme, bir problemi şematikleştirme ve görselleştirme yoluyla matematiksel olarak ifade edilmiş bir probleme aktarmaktır. Yatay matematikleştirmede öğrenenler, gerçek yaşam durumundaki bir problemi düzenlemeye ve çözmeye yardımcı olabilecek matematiksel araçlar kullanırlar. Aşağıdaki etkinlikler yatay matematikleştirme örnekleridir;

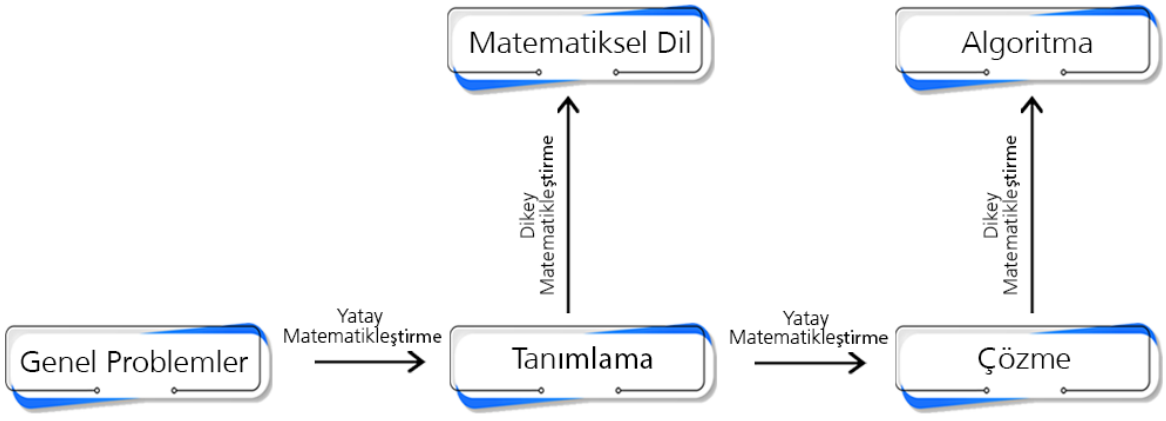
- Belirli bir matematiksel ifadeyi genel bir bağlamda tanımlama
- Şemalaştırma
- Bir problemi farklı şekillerde formüle etme ve görselleştirme
- İlişkileri keşfetme
- Düzenliliği keşfetme
- Farklı problemlerde benzer yönleri tanıma

- Gerçek hayat problemini bir matematik problemine dönüştürme
- Gerçek hayat problemini bilinen bir matematiksel modele aktarma

Dikey matematikleştirme ise matematiksel sistem içerisinde, çeşitli yeniden düzenleme ve işlemler sürecidir. Kısayollar bulmak, kavramlar ve stratejiler arasındaki bağlantıları keşfetmek ve ardından bu keşifleri uygulamak dikey matematikleştirme kapsamındadır. Aşağıdaki etkinlikler dikey matematikleştirme örnekleridir;

- Bir formüldeki bir ilişkiyi belirtmek
- Düzenlilikleri kanıtlamak
- Modelleri özümsemek ve uyarlamak
- Farklı modeller kullanmak,
- Modelleri birleştirmek ve bütünleştirmek
- Matematiksel bir model formüle etmek
- Genelleştirmek (De Lange, 1996)

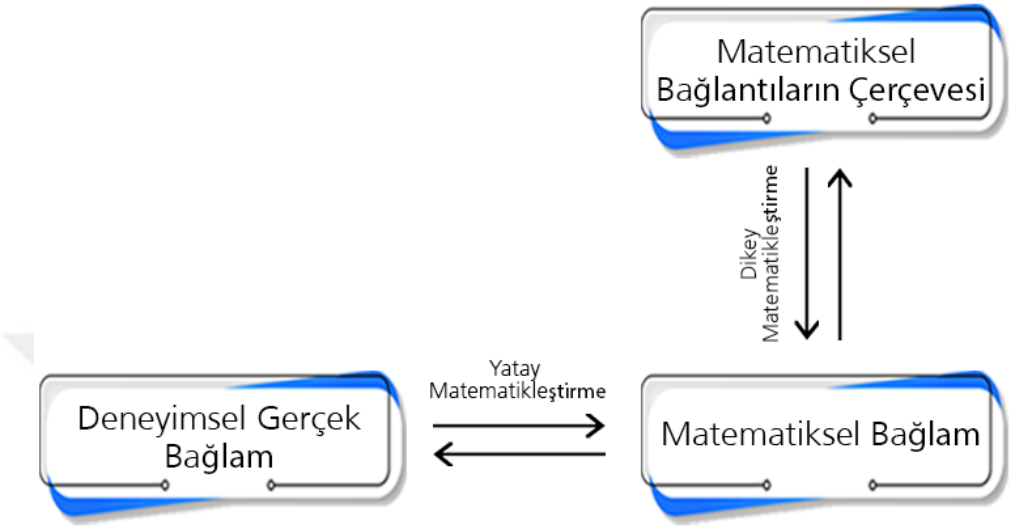
Freudenthal (1991)'e göre yatay matematikleştirme, gerçek hayattan semboller dünyasına geçişi, dikey matematikleştirme ise semboller dünyası içerisinde hareket etmeyi içerir. Her iki etkinlikte eşit değerdedir ve matematiksel aktivitenin tüm seviyelerinde gerçekleşebilir. Yatay ve dikey matematikleştirme süreci Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Freudenthal, 1991).



Şekil 2.1. Matematikleştirme süreci

GME'de öğrenme süreci bağlamsal problemlerden başlar. Öğrenen yatay matematikleştirmede etkinlikleri kullanarak bir matematiksel model kazanır. Dikey matematikleştirme ile çözme, karşılaştırma ve tartışma gibi etkinlikleri uygulayarak

matematiksel çözüme ulaşır. Sonrasında başka bir bağlamsal problem ile kullanılan stratejinin yanı sıra çözümü de yorumlar. Böylelikle öğrenciler matematiksel bilgiyi kullanmış olur. Yatay ve dikey matematikleştirmenin gerçekleşme şekli ise Şekil 2.2'de belirtilmiştir (Özdemir, 2008).



Şekil 2.2. Yatay ve dikey matematikleştirme

Treffers (1987), matematik eğitimini Tablo 2.1'deki gibi, yatay ve dikey matematikleştirmeye göre, gerçekçi yaklaşım, yapısalcı yaklaşım, deneysel yaklaşım ve gelenekçi yaklaşım olmak üzere dört tipte sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmalar Freudenthal (1991) tarafından açıkça tanımlanmıştır.

Tablo 2.1.

Matematik Eğitimi Yaklaşımları ve Matematikleştirme Türleri

Matematik Eğitimi Yaklaşımı	Yatay Matematikleştirme	Dikey Matematikleştirme
Gelenekçi (Mekanistik)	-	-
Deneysel	+	-
Yapısalcı	-	+
Gerçekçi	+	+

Gelenekçi(Mekanistik) yaklaşım, kişiye bir bilgisayar veya bir makine gibi davranan, alıştırma pratiği ve kalıplara dayanan bir eğitim yaklaşımıdır (Zulkardi, 2002). Bu yaklaşımda matematik bir kurallar sistemidir. Belirlenen kurallar öğrencilere verilir, öğrenciler kuralları doğrular ve gösterilen örneklere benzer problemlerde uygularlar (Özdemir, 2008). Dolayısıyla verilenlerden farklı bir durum içeren problemler ile

karşılaşmaları durumunda hata yapma oranları oldukça yüksektir. Bu yaklaşımda, yatay ve dikey matematikleştirme kullanılmaz.

Deneysel yaklaşımda öğrenciler, kendi yaşadıkları çevreden materyallerle donatılır. Bu durum, öğrencilerin yatay matematikleştirme etkinlikleri yapmak zorunda oldukları durumlarla karşı karşıya kalmalarını sağlar. Ancak, bir formül veya model ortaya çıkarmak için genişletilmiş duruma yönlendirilmezler (Zulkardi, 2002). Yatay matematikleştirme üzerinde durulur ancak dikey matematikleştirme kullanılmaz (Üzel, 2007).

Yapısalcı yaklaşım, öğrencinin dünyası ile hiçbir ortak yanı olmayan suni bir dünya üzerinde öğrenmeyi sağlamaya çalışan bir yaklaşımdır (Zulkardi, 2002). Matematiği organize edilmiş, kapalı, tümdengelimli bir sistem olarak görür. Öğrenme, bu sistemin yapısı tarafından yönlendirilir. 1960 ve 1970'lerde "Yeni Matematik" ifadesiyle anılan bu yaklaşım yaygın bir şekilde matematik eğitimini etkilemiş ve etkilerinin yanı sıra eleştirileri de ayrıntılı şekilde analiz edilmiştir (Özdemir, 2008). Bu yaklaşımda sadece dikey matematikleştirme kullanılmaktadır.

Gerçekçi yaklaşım, matematik öğrenmenin başlangıç noktası olarak bir gerçek durumu veya bağlamsal bir problemi alır. Daha sonra öğrenci yatay matematikleştirme etkinlikleri ile durumu araştırır. Öğrenciler, problemi organize etmeye, problemin matematiksel yönlerini belirlemeye, ilişkileri ve düzenlilikleri keşfetmeye çalışırlar. Daha sonra dikey matematikleştirme ile matematiksel kavramlar geliştirirler (Zulkardi, 2002) Bu yaklaşımda yatay ve dikey matematikleştirme birlikte kullanılır.

2.1.2. Gerçekçi Matematik Eğitimi Eğitsel Tasarı İlkeleri

GME'nin öğretim tasarımı için üç anahtar ilkesi vardır (Gravemeijer, Cobb, Bowers & Whitenack, 2000). Bunlar; yönlendirilmiş yeniden keşfetme (guided reinvention), öğretici olgu (didactical phenomenology) ve gelişen modeller (emergent models) olarak belirtilmiştir.

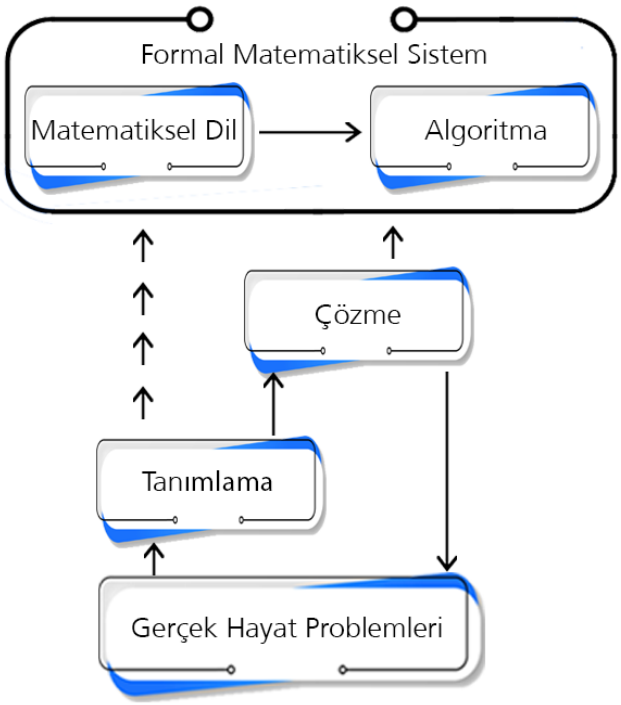
2.1.2.1. Yönlendirilmiş Yeniden Keşfetme (Guided Reinvention)

GME'de ilk olarak bir gerçek dünya problemi araştırılır. Burada araştırmaktan kasıt, problemin matematiksel yönlerini belirlemeye çalışmak, ilişkileri keşfetmek ve

yapılandırmak suretiyle matematikleştirme yapmaktır. Bu matematikleştirme, matematiksel kavramların keşfedilmesine, geliştirilmesine ve dolayısıyla yeniden icat edilmesine yol açmalıdır. Yönlendirilmiş yeniden keşfetme ilkesinde öğrencilere matematiğin icat edilmesine benzer bir süreci deneyimleme fırsatı verilmelidir. Süreç tasarımına, bir çözüme ulaşılabilecek rota hayal edilerek bir düşünce deneyi ile başlanmalıdır (tahmini öğrenme yörüngesi). Ara aşamalar, kendi başlarına hedefler olarak değil, amaçlanan kazanıma hizmet edecek şekilde düşünülmeli ve yeniden keşiflere odaklanılmalıdır. Bu düşünceyi gerçekleştirebilmek için bir dizi uygun bağlamsal problem tasarlanmalıdır. Böylelikle öğrencilere kendi deneyimlerinden bilgi edinme fırsatı verilir (Fauzan, 2002).

Yönlendirilmiş yeniden keşfetme ilkesi informal çözümlerden yola çıkılarak uygulanabilir. Öğrencilerin informal bilgi ve stratejileri, formal stratejilere giden bir yol olarak ele alınabilir. Bu ilkenin iyi kullanımı için ileri düzeylere ulaşmaya uygun çevresel problemlerin bulunmasına ihtiyaç vardır (Altun, 2006).

Gravemeijer ve Strefland (1990)'dan uyarlanan yönlendirilmiş yeniden keşfetme modeli Şekil 2.3'de belirtilmiştir.



Şekil 2.3. Yönlendirilmiş yeniden keşfetme modeli

2.1.2.2. Öğretici Olgu (Didactical Phenomenology)

Öğretici olgu ilkesi, matematik öğretiminin öğrenci için anlamlı olan, organize olmayı bekleyen ve öğrenme süreçlerini harekete geçiren olgulardan başlaması gerektiğini öne sürer (Fauzan, 2002). Burada olgu kelimesi ile kastedilen, duyular yoluyla algılanabilen ve deneyimlenebilen gözlemlenebilir bir olaydır.

Öğretici olgu ilkesinde amaç, duruma özgü yaklaşımların genelleştirilebileceği ve dikey matematikleştirme için temel alınabilecek yararlı çözüm stratejilerini uyandırabilecek problem durumlarını bulmaktır. Bu amaç, matematiğin tarihsel olarak ihtiyaç karşısında ortaya çıkan problemleri çözmekten geliştiği gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Matematik öğretiminde bu amaç, gelişmeye yol açan bağlamsal problemleri bularak gerçekleştirilebilir.

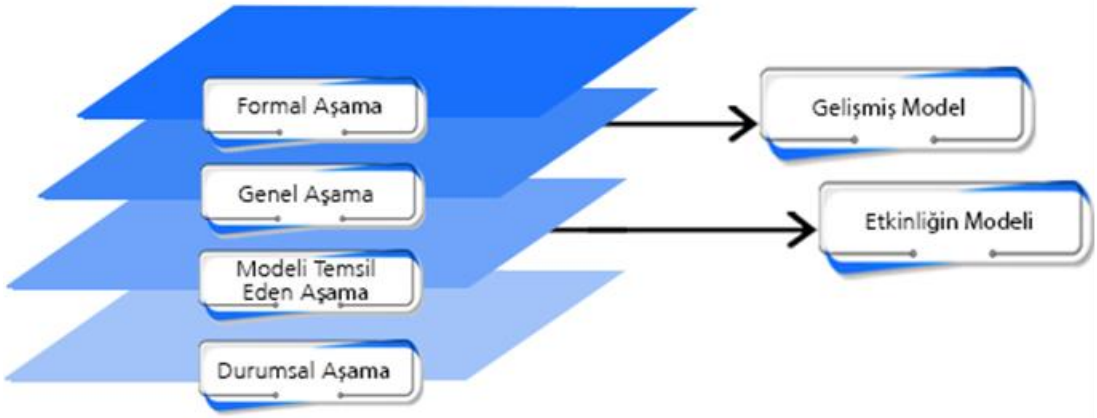
Öğretici olgu ilkesi, öğreticinin, öğrencilere fenomenlerden, gerçek ve onlar için anlamlı olan bağlamsal problemleri sağlaması gerektiğidir. Ancak burada belirtilen "gerçek" kelimesi bazen yanlış anlaşılmaktadır. Gerçek ifadesinden gerçek nesneler veya durumları anlamak bir hatadır. GME'de bağlam sorularının mutlaka günlük yaşam durumları ile ilgili olması gerekmez. Burada kastedilen, bağlamın, öğrenciler için hemen akıllıca hareket edebilmelerini sağlayacak şekilde deneyimsel olarak gerçek olmasıdır (Gravemeijer, 1990).

Öğretici olgu ilkesine göre matematik konularının öğrenilmesinde öğretim için tasarlanmış konuların uygulamalarının matematikleştirmeye uygunluğu önemlidir. Eğer matematiğin, tarihsel süreçte pratik problemlerin çözümlerinden elde edildiği kavranırsa, günümüzdeki uygulamalardan da bu yaklaşımla matematik üretilebileceği umulabilir. Sonrasında öğreticiye düşen görev, geneleştirilebilecek durumlar için yatay matematikleştirmeye uygun problem durumları bulmak ve devamında dikey matematikleştirmeyi sağlayacak öğrenme ortamları oluşturmaktır (Altun, 2006).

2.1.2.3. Gelişen Modeller (Emergent Models)

GME'de üçüncü anahtar ilke ise gelişen (ortaya çıkan) modellerdir. Bu ilke informal bilgi ile formal bilgi arasında köprü görevi görmektedir. Öğrencilere, problemleri çözerken kendi modellerini kullanma ve geliştirme imkânı verilmesi sonucunda başlangıçta öğrenciler kendilerine tanıdık gelen bir model geliştireceklerdir. Şekillendirme ve genelleştirme sürecinden sonra kendi başına bir yapı haline gelen model daha sonra matematiksel akıl yürütme için kullanılabilir (Fauzan, 2002).

Bir etkinliğin modelinden daha gelişmiş bir modele doğru olan gelişim dört aşamada gerçekleşmektedir; Durumsal aşama, modeli temsil eden aşama, genel aşama ve formal aşama (Uça, 2014). Durumsal aşama, bağlama özgü durumsal bilgi ve stratejilerin yer aldığı aşamadır. Modeli temsil eden aşama, bağlamda kabataslak ortaya konulmuş durumları anlatan stratejilerin yer aldığı aşamadır. Genel aşama, bağlamlara kaynaklık eden matematiksel stratejilere odaklanılan aşamadır. Formal aşama ise alışılagelmiş yöntem ve gösterimleri kapsayan formal aritmetik aşamasıdır. Modellerin gelişim düzeyleri Şekil 2.4'de verilmiştir (Uça, 2014).



Şekil 2.4. GME'de modellerin gelişim aşamaları

2.1.3. Gerçekçi Matematik Eğitiminde Öğrenme ve Öğretme İlkeleri

Freudenthal (1983)'in didaktik fenomenolojisi ve Treffers (1988)'in matematikleştirmesi birleştirilerek Gerçekçi Matematik Eğitimi ilkeleri oluşturulmuştur. Bu ilkeler de Lange (1987) tarafından belirtilen beş ilkeye paraleldir; gerçek yaşam bağlamlarının kullanımı, modellerin kullanımı, öğrencilerin kendi ürün ve yapılarının kullanımı, etkileşim ve farklı öğrenme birimlerinin birleştirilmesi (Fauzan,2002). Bu ilkeler Heuvel-Panhuizen ve Wijers (2005) tarafından uyarlanmış ve altı başlık altında toplanmıştır.

- *Etkinlik ilkesi*; öğrencilere, öğrenme sürecinde aktif katılımcılar olma fırsatı vermektir. Bu ilke Freudenthal'in matematiği bir insan etkinliği olarak yorumlamasında ve Treffers'in matematikleştirme fikrinde güçlü bir şekilde ortaya çıkan, matematiğin matematik yaparak en iyi şekilde öğrenileceği görüşüne vurgu yapmaktadır.

- *Gerçeklik ilkesi*; GME'de iki şekilde tanımlanabilir. Birincisi, öğrencilerin "gerçek hayat" problemlerini çözmede matematiği uygulama becerisini içeren matematik eğitiminin hedefine verilen önemi ifade eder. İkincisi ise matematik eğitiminin, öğrenciler için anlamlı olan ve onlara problem çözerken geliştirdikleri matematiksel yapılara anlam yükleme fırsatı sunan, problem durumlarından başlaması gerektiğidir.
- *Düzey (seviye) ilkesi*; matematiği öğrenmenin, öğrencilerin bağlam ile ilgili çözümlerden, kısayol ve şemalar oluşturarak, kavram ve stratejilerin nasıl ilişkili olduğuna dair fikir edinmeye ve daha geniş kapsamlı anlayışa kadar, çeşitli anlama düzeylerinden geçmeleri anlamına gelir. GME'de modeller, informal ve formal matematik arasındaki boşluğu kapatmak için önemlidir. Karşılaşılan problemin durumuna göre öğrenciler ilk önce informal çözümler geliştirir, sonra çözümlerini modeller ve son olarak modeller arasında ilişkiler bağlantılar kurarak formal bilgiye ulaşırlar. İnformal ve formal matematik düzeyleri arasında köprü görevini yerine getirmek için modeller belirli bir durumun modelinden, her türlü diğer eşdeğer durum için bir modele geçmelidir.
- *İç içe geçme ilkesi*; matematik eğitimi konularının birbiri ile bağlantılı bir şekilde verilmesi gerektiğidir. Öğrenci zengin bir bağlam problemi ile karşılaştığında, çok çeşitli matematiksel araç ve anlayışları kullanması gerektiğinden, GME'de matematik konuları bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmalıdır. Bu ilke öğretim programının tutarlı olmasını gerektirmektedir.
- *Etkileşim ilkesi*; matematik öğrenmenin yalnızca bireysel bir etkinlik değil aynı zamanda sosyal bir etkinlik olduğunu ifade eder. GME, öğrencilere stratejilerini ve icatlarını başkalarıyla paylaşma fırsatları sunan, tüm sınıf tartışmalarını ve grup çalışmasını destekler. Bu şekilde öğrenciler stratejilerini geliştirmek için fikirler edinebilirler. Ancak bu tüm sınıfın toplu olarak ilerlediği ve her öğrencinin aynı yolu takip ettiği, aynı anda aynı gelişim düzeyine ulaştığı anlamına gelmez. Aksine, GME'de öğrenciler her biri bireysel bir öğrenme yolunu izleyen bireyler olarak kabul edilir.
- *Rehberlik ilkesi*; Freudenthal'in "yönlendirilmiş yeniden keşfetme (guided reinvention)" fikrini temel almaktadır. GME'de öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenmesinde proaktif bir role sahip olması gerekir. Öğrencilerin kendi başlarına

matematiksel içgörüler ve araçlar inşa etmeleri için ortama ihtiyaçları vardır. Öğretmenler bu inşa sürecinin ortaya çıkabileceği bir öğrenme ortamı sağlamalıdır.

2.1.4. Gerçekçi Matematik Eğitimine Uygun Öğretim Tasarımı

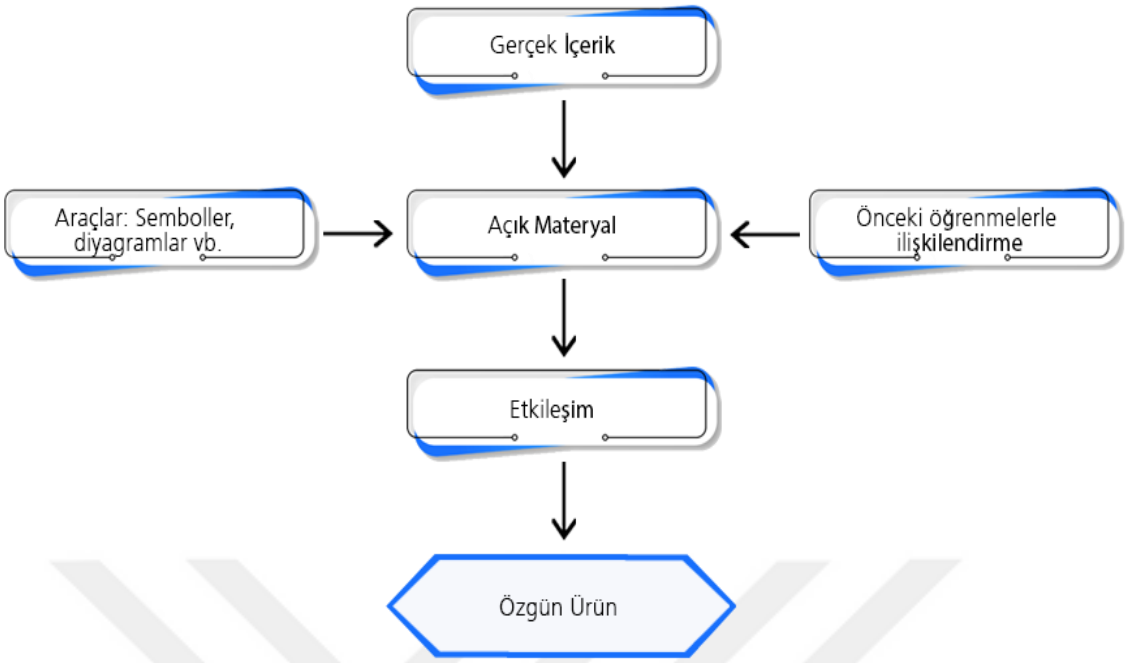
Streefland, gerçekçi matematik eğitimine uygun öğretim tasarımını sınıf düzeyi, ders düzeyi ve kuramsal düzey olmak üzere üç seviyede yapılandırmıştır (Zulkardi, 2002).

2.1.4.1 Sınıf Düzeyi

Sınıf düzeyinde yapılacak dersler GME'nin tüm özelllikleri temel alınarak tasarlanır ve yatay matematikleştirme vasıtasıyla yapılandırmaya odaklanır (Zulkardi, 2002). GME'nin özellikleri derse aşağıdaki gibi uygulanır.

- Uygulama alanına hizmet edecek, matematik üretme potansiyeline sahip, anlamlı bir problem durumu içeren gerçek bir materyal hazırlanır.
- Öğrencilerin önceki öğrendikleri ile ilişkilendirilir. Bu ilişkilendirme, öğrencilerin farklı matematiksel kavramlar arasındaki bağlantıları görmelerini sağlar ve daha kapsamlı bir öğrenmeyi destekler.
- Öğrenme süresince öğrencilerin semboller, diyagramlar ve problem modelleri gibi materyaller üretmeleri için olanak sağlanır.
- Ders, öğrencilerin etkinliklerini, birbirleri ile etkileşimlerini, tartışmalarını, fikir alışverişi yapmalarını ve işbirliklerini teşvik edecek şekilde düzenlenir. Bu sayede yapılandırma yoluyla öğrenme desteklenir.
- Öğrencilere kendi modellerini oluşturabilecekleri görevler verilerek kendi öğrenmelerinde aktif rol almaları için motive olmaları sağlanır (Akyüz, 2010; Ayvalı, 2013; Zulkardi, 2002)

Gerçekçi matematik eğitimine uygun materyal tasarlama modeli Şekil 2.5'de verilmiştir (Zulkardi, 2002).



Şekil 2.5. GME'de materyal tasarlama modeli

2.1.4.2 Ders Düzeyi

Ders düzeyi, eğitici düzey olarak da adlandırılır. Sınıf düzeyinde hazırlanan materyal, öğrencilerin dersin genel hatlarını anlaması için öğretici nitelikte olmalıdır. Kullanılan materyal, kullanım sırasında denenip düzenlendikten sonra geliştirilerek diğer içerik ve bağlamlara yayılır. Bu da farklı materyallerle desteklenerek kuramsal düzeye devam etmelidir (Arseven, 2010).

2.1.4.3 Kuramsal Düzey

Tasarım ve geliştirme, eğitsel değerlendirme ve sınıfta deneme gibi önceki iki düzeyde gerçekleştirilen tüm etkinlikler, bu düzeyin üretken materyali olan teorik üretimin kaynağını oluşturur (Zulkardi, 2002). Bu seviyede dikey matematikleştirmeye odaklanılır. Öğretmen spesifik bir konu için belli bir kuram oluşturur. Araştırma yöntemleri kullanılarak bu kuram farklı uygulama alanları için gözden geçirilir. Sonuç olarak materyalden bağımsız sembolleşmeye gitmek suretiyle ulaşılmak istenen tanıma ulaşılır (Arseven, 2010).

2.1.5 Gerçekçi Matematik Eğitimi Ders Planı Bileşenleri

GME'ye uygun ders planlamak için bileşenler; hedefler, materyaller, aktiviteler ve değerlendirmedir (Zainurie, 2007.; Zulkardi, 2010).

2.1.5.1 Hedefler

De Lange matematik eğitiminde üç seviye hedef belirlemiştir; alt seviye, orta seviye ve yüksek seviye (Arseven, 2010; Özdemir, 2008; Zainurie, 2007). Alt seviye hedefler, formül becerilerine, basit algoritmalara ve tanımlara dayanan hedefler olup geleneksel programda verilebilmektedir. Gerçekçi matematik eğitiminde hedefler orta ve üst seviye hedefler olarak belirlenmektedir. Orta seviyede, alt seviyedeki farklı araçlar arasında bağlantılar kurulur ve kavramlar bütünleştirilir. Basit problemler dahi tek bir strateji ile çözülmez. Bunun yanında, akıl yürütme becerileri, iletişim ve eleştirel tutumun gelişmesi gibi üst düzey düşünme becerilerin gelişimi sonraki basamaktır. Sonuç olarak gerçekçi yaklaşıma göre bir ders bu iki tür hedefi içerecek şekilde tasarlanmalıdır.

2.1.5.2 Materyaller

De Lange, gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımda materyallerin, durum bağlamında alana özgü, durumsal bilgi ve stratejilerin kullanıldığı gerçek yaşam etkinlikleriyle ilişkili olduğuna işaret etmiştir. (Zulkardi, 2010.) Öğretmenler, mümkün olan öğrenme süreçlerini belirtir, dikkat çeker ve çeşitli çözüm yolları olan konu ile ilgili problem bulma ihtiyacı duyarlar.

2.1.5.3 Aktiviteler

De Lange ve Gravemeijer'e göre öğretmenin sınıftaki rolü; kolaylaştırıcı, organize edici, rehber ve değerlendiricidir (Zulkardi, 2010). Dolayısıyla aşamalı matematikleştirme sürecine dayanarak, öğretmenin öğretme-öğrenme sürecindeki rolleri aşağıdaki gibidir;

- Başlangıç noktası olarak konu ile ilgili bağlamsal bir problem verir.
- Öğrencinin etkileşim sırasında ihtiyaç duyması halinde ipucu verir.
- Öğrencileri, çözümlerini karşılaştırmalarına teşvik eder.

- Öğrencilerin kendi çözümlerini üretmelerine olanak sağlar.
- Aynı bağlamda başka bir problem verir.

2.1.5.4 Değerlendirme

De Lange, gerçekçi matematik eğitiminde değerlendirme yaparken beş değerlendirme ilkesi formüle etmiştir;

- Değerlendirmenin birincil amacı, öğrenme ve öğretmeyi geliştirmektir. Kullanılan testin ünite veya dersin sonundakine ek olarak öğretme ve öğrenme sürecinde öğrencileri ölçmesi gerekmektedir.
- Değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin bilmediklerini değil bildiklerini görmeye fırsat sağlamalıdır. Bu, değerlendirme aracının birden çok çözümü olan birden çok probleme sahip olması ile gerçekleştirilebilir.
- Değerlendirme, matematik eğitiminin, alt, orta ve üst düzey düşünme düzeyinin tüm hedeflerini işlevsel kılmalıdır.
- Öğrencilere problemleri anlayıp anlamadıklarının görünebileceği testler verilmeli, mekanik testlerden kaçınılmalıdır.
- Değerlendirme aracı pratik ve okul kültürüne uygun olmalıdır (Zulkardi, 2010).

2.1.6 Gerçekçi Matematik Eğitimi ve Yapılandırmacılık

GME ile pek çok ortak noktası bulunması nedeniyle yapılandırmacılık teorisi ele alınmıştır. Benzerliklerinin yanında farklılıkları da bu kısımda tartışılmıştır. Genel anlamda yapılandırmacılık, esas olarak bilginin nasıl elde edildiğini açıklamaya çalışan bir bilgi kuramıdır. Altun (2006)'a göre yapısalcılığın esasları olarak dört temel ilke bulunmaktadır.

- Bilgi, birey tarafından pasif olarak alınmaz, bireyin aktif olduğu ve kendi kontrolü altında gerçekleştirdiği bilişsel bir eylemin sonucunda oluşur.
- Öğrenme bir adaptasyon sürecidir.
- Öğrenme özneldir, nesnel değildir, herkes kendine özgü bir şekilde öğrenir.
- Öğrenme sosyal etkileşim, kültür ve dilden etkilenen bir süreçtir.

Yapılandırmacılık ile ilgili literatür oldukça geniş olup birçok yorumu bulunmaktadır. Matematik eğitiminde kullanılan başlıca yapılandırmacı yaklaşımlar; radikal yapılandırmacılık, sosyal yapılandırmacılık ve sosyo-yapılandırmacılıktır (Zulkardi, 2002).

Radikal yapılandırmacılığa göre bilgi ebeveynden çocuğa ya da öğretmenden öğrenciye hazır olarak aktarılamaz, öğrenci tarafından kendi zihninde aktif olarak inşa edilmelidir. Öğrenciler genellikle anlamlar ile ilgilenirler ve öğretim programı uygun anlamlar geliştiremediğinde kendi anlamlarını oluştururlar (Zulkardi,2002). Yukarıda verilen ilkelerden ilk üçünü, yani bilginin bir adaptasyon sonucu edinildiği, bu edinmenin kişinin kendisi tarafından geliştirildiği ve öznel olduğu ilkelerini esas almaktadır.

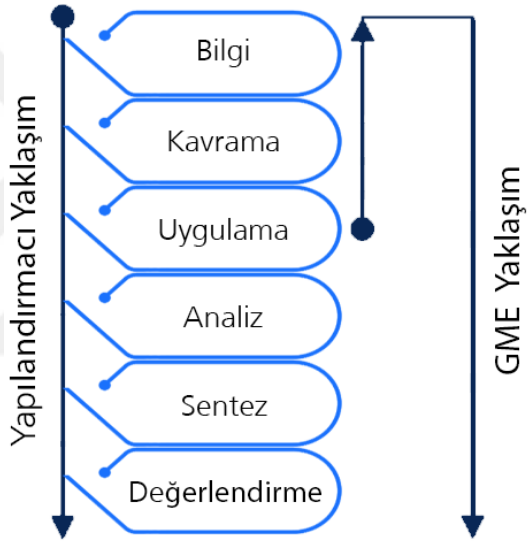
Sosyal yapılandırmacılık, matematiği sosyal bir inşa süreci olarak görmekte ve öğrencilerin bilgilerini sosyal bir sürece yerleştirildiğinde daha iyi yapılandırabileceklerini savunmaktadır (Zainurie, 2007). Dolayısıyla sosyal yapılandırmacılık yukarıda verilen ilkelerin tamamını esas almaktadır.

Sosyo-yapılandırmacılık, sadece matematik eğitimi için geliştirilmiştir (Zainurie,2007). Matematiğin problem çözme yoluyla öğretilmesi, öğrencilerin öğretmenler ve diğer öğrenciler ile etkileşime girmesi ve öğrencilerin kendi stratejilerine dayalı problem çözmeye teşvik edilmesi gibi GME'nin özelliklerine benzer özellikleri bulunmaktadır (Cobb, Yackel &Wood, 1992). GME, yapılandırmacılıktan bağımsız olarak gelişmiş olsa da yapılandırmacılık ile arasında matematik ve matematik öğreniminin benzer karakterizasyonlarından kaynaklı büyük ölçüde uyum bulunmaktadır. Her ikisi de matematiğin bir insan etkinliği olduğunu ve öğrenciler problem çözmek için etkili yollar geliştirdikçe matematiksel öğrenmenin gerçekleştiğini, matematiksel eylemlerin matematiksel nesnelere dönüştüğünü iddia etmektedir.

Sosyo-yapılandırmacı yaklaşım öğrenciler için öğrenim etkinliklerinin geliştirilmesine rehberlik edecek olumlu bir buluşsal yöntem sağlamaz. Ancak GME teorisi gerçek dünya uygulamasına ve modellemeye dayandığı için bu bağlamda oldukça uyumlu olup alana özgü bir öğretim teorisidir. Yapılandırmacı bakış açısına göre eğer öğrenciler matematiksel akıl yürütmeyi deneyimle ilişkilendiren hayali bir meşguliyet içerisinde olmazlarsa, okul dışındaki dünyalarını herhangi bir şekilde matematiksel olarak göremezler. Ancak aksine GME'nin temel ilkelerinden biri, öğretim dizilerinin deneyimsel olarak hayali değil gerçek bir başlangıç noktasının olmasıdır (De Lange, 1996).

Altun (2006)'a göre yapılandırmacı yaklaşım bilginin nasıl edinildiği ile ilgilenen bir bilgi kuramıdır, GME ise bir öğretim kuramıdır. İki kuram arasındaki farklılık bilginin yapılandırılmasında izlenen yollarda ortaya çıkmaktadır. GME, öğretimde kuramsal bilginin uygulamalardan ayrılığını reddederken yapılandırmacı yaklaşım reddetmez. Genel anlamda GME, yapılandırmacı yaklaşımlardan sosyo-yapılandırmaya daha yakın durmaktadır. Öğretimin düzenlenmesinde her iki kuramdan da aynı anda ve birbirini tamamlayacak şekilde faydalanma imkanı vardır.

GME'de etkinlikler Şekil 2.6'de görüleceği üzere Bloom taksonomisinde yer alan bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez şeklindeki bilişsel basamakların üçüncüsü olan uygulama basamağından başlamakta, sonra kavrama ve daha sonra bilgiye ulaşmaktadır (Altun, 2006).



Şekil 2.6. Yapılandırmacı yaklaşım ve GME yaklaşımı aşamalarının Bloom taksonomisindeki gösterimi

2.2 Orantısal Akıl Yürütme Becerisi

Alanyazın incelendiğinde orantısal akıl yürütme kavramına dair farklı tanımlamalar yapıldığı görülmektedir. Inhelder ve Piaget (1958)'e göre orantısal akıl yürütme iki elemandan oluşan iki kümenin karşılaştırılması ile var olan bir denkliğin tanınmasını, Lesh, Post ve Behr (1988)'e göre orantısal akıl yürütme bir orantıdaki oranların çeşitli elementlerinin zihinsel özümsemesini ve sentezini içerir. Baxter ve Junker (2001)'e göre orantısal akıl yürütme, bir orandaki nicelikler arasındaki ilişkiyi incelemesinin yanı sıra bir orantının bileşenleri arasındaki ilişkiyi de tanımlama, tahmin etme ve değerlendirmeyi içermektedir. Burada bahsedilen ilişki çarpımsal ilişkidir. Orantılı bir durumu temsil eden

nicelikler arasında çarpımsal bir ilişki vardır (Akkuş-Çıkla & Duatepe, 2002; Cramer & Post, 1993). Nicelikler arasındaki bu çarpımsal ilişkileri düşünme ve karşılaştırabilme yeteneğine orantısal akıl yürütme denir (Behr, Harel, Post & Lesh, 1992; Lamon, 1995). Özgün-Koca ve Altay (2009)'a göre orantısal akıl yürütme, orantılardaki çarpımsal ilişkileri anlayabilme, uygun orantı şemalarını oluşturabilme ve çeşitli oran ve orantı problemlerini modelleyebilme ve çözebilme becerisini içeren bilişsel bir süreçtir. Orantılı akıl yürütme anlayışı geliştikçe, tanımının güncellenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. En genel şekliyle orantısal akıl yürütme, orantısal olan ve olmayan durumları ayırt edebilmek, nicel ve nitel çokluklar arasında var olan çarpımsal ilişkiyi anlamak, yorumlamak ve kullanabilmektir.

Lobato, Ellis & Zbiek (2010, s. 18)'e göre çarpımsal ilişki "Bir şey diğerinden kaç kat büyüktür?" sorusu ile, toplamsal ilişki ise "Bir şey diğerine göre ne kadar büyük veya küçüktür?" sorusu ile ilgilidir.

Çarpımsal ilişkinin var olup olmama durumu iki farklı problem ile örneklendirilmiştir.

- "Bir koşu parkurunda aynı hızla koşan iki koşucudan biri diğerinden önce koşmaya başlamıştır. İlk koşucu 9 turu tamamladığında ikinci koşucu 3 turu tamamlamış ise ikinci koşucu 15 turu tamamladığında birinci koşucu kaç turu tamamlamış olur?" şeklinde verilen bir problem incelendiğinde, aşağıda belirtildiği gibi tur sayıları arasındaki ilişkinin toplama ve çıkarma ile ifade edilebilecektir. "İlk koşucunun tur sayısı = İkinci koşucunun tur sayısı + 6" veya "İlk koşucunun tur sayısı - 6 = İkinci koşucunun tur sayısı".
- " Üç kilogram 3000 gram ise 6000 gram kaç kilogramdır?" şeklinde verilen bir problemdeki ilişki incelenir ise bu durumda gram ile kilogram arasındaki ilişki aşağıdaki belirtildiği gibi çarpma yoluyla ifade edilebilecektir. "$\frac{1}{1000}$ kilogram = gram" veya "1 kilogram = 1000 gram".

2.2.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Önemi

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM), 1980'lerden beri matematik reform hareketinin ön saflarında yer almaktadır. Reform hareketinin amaçlarından biri, aritmetik, cebir, geometri, olasılık ve istatistik dâhil olmak üzere matematiğin tüm alanlarını destekleyen ve diğer disiplinlerde uygulaması olan büyük fikirlere odaklanan bir müfredat ile öğrencilerin matematik anlayışını geliştirmektir (Greenes, 1995). Tutarlı bir müfredatta,

matematiksel fikirler birbiriyle bağlantılıdır ve birbiriyle inşa edilir, böylece öğrencilerin anlayışları ve bilgileri derinleşir ve matematiği uygulama yetenekleri artar (NCTM, 2000, s. 14). Ortaokul matematiğinde geniş bir içerik yelpazesini birbirine bağlayan büyük bir fikir, orantısal akıl yürütmedir.

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi, orantılı akıl yürütmeyi ortaokul matematik programında bütünleştirici bir tema olarak adlandırır (NCTM, 2000, s. 212). Oran ve orantı, yüzde, benzerlik, ölçekleme, y = mx formundaki lineer denklemler, olasılık gibi kavramlar ve istatistiksel yorumlar orantısal akıl yürütme ile ilgilidir. Orantılılık anlayışı, problem çözme ve akıl yürütme yoluyla da ortaya çıkmalıdır ve matematiksel konuları birbirine bağlamada ve matematik ile bilim ve sanat gibi diğer alanları birleştirmede önemlidir (NCTM, 2000, s. 212). Dolayısıyla, orantısal akıl yürütme kavramları bir matematik müfredatının içerik ve süreç basamaklarında görünür olmalıdır.

Orantısal akıl yürütme, matematik bilgisinin temel bir köşe taşıdır. İnsanın öğrenim psikolojisinde, orantısal akıl yürütme, somut işlemsel düşünce düzeylerinden resmi işlemsel düşünce düzeylerine önemli bir kavramsal değişimi başlatan bir yetenek olarak yaygın olarak kabul edilmektedir (Lesh, Post, & Behr, 1988). Langrall ve Swafford (2000), bir öğrencinin orantısal olarak akıl yürütme yeteneğinin, daha yüksek matematik seviyelerinde matematiksel anlamalarına yardımcı olmak için zorunlu olduğunu ve bu nedenle ortaokul yıllarında geliştirilip güçlendirilmesi gerektiğini iddia etmektedir. Öğrenciler, orantılı akıl yürütmeyi kullanarak, ilkokul matematiği bilgilerini pekiştirir ve lise matematiği ve cebirsel akıl yürütme için bir temel oluşturur (Lamon, 1999).

Dünyamızın birçok yönünün orantılı kurallara göre çalışması gerçeği, orantısal akıl yürütme yeteneklerini gerçek dünya durumlarının yorumlanmasında son derece yararlı kılmaktadır (Cramer, Post & Currier, 1993). Orantısal akıl yürütme gerektiren günlük görevlere örnek olarak, daha iyi satın almayı tahmin etmek, ölçekleri ve haritaları yorumlamak ve risk almayla ilgili olasılıkları belirlemek verilebilir. Orantısal akıl yürütme, gerçek dünyada en yaygın olarak uygulanan matematik kavramlarından biri olarak tanımlanmaktadır (Lanius ve Williams, 2003).

Az gelişmiş orantısal akıl yürütme, gerçek dünyadaki durumları potansiyel olarak etkiler. Bazen yaşamı tehdit eder (örneğin tıpta yanlış dozlar) ve feci sonuçlar doğurur. Bu nedenle, aritmetikte önemli bir yöndür, ancak okul müfredatında örtülüdür ve genellikle yalnızca matematikte oran ve orantı öğretimiyle sınırlıdır (Dole, 2010).

2.2.2 Orantısal Akıl Yürütme İçeren Problem Türleri

Literatür incelendiğinde üç farklı orantısal akıl yürütme içeren problem türü belirlenmiştir. Bunlar; bilinmeyen değer problemleri (missing value problems), sayısal karşılaştırma problemleri (numerical comparison problems) ve nitel tahmin ve karşılaştırma problemleri (qualitative prediction and comparison problems) olarak belirtilmiştir (Ben-Chaim v.d 1998; Cramer & Post, 1993; Johar & Yusniarti, 2018; Lesh, Post, & Behr, 1988; Özgün-Koca & Altay, 2009; Pelen & Artut, 2016).

Bilinmeyen değer problemleri, a/b=c/d şeklindeki bir orantıdaki niceliklerden herhangi üç tanesinin verilip bir tanesinin sorulması ile elde edilen problemlerdir. "*Üç kilo kiraz 30 TL ise 50 TL'ye kaç kilogram kiraz alınabilir?*" problemi örnek olarak verilebilir.

Sayısal karşılaştırma problemleri, verilecek iki tam oranın karşılaştırılmasını içeren ve sayısal bir çözüm gerektirmeyen problemlerdir. "*Ahmet ile Ali duvar ustalarıdır. Ahmet 15 m^2'lik duvarı 5 saatte örmektedir. Ali ise 20 m^2'lik duvarı 4 saatte örmektedir. Hangi usta daha hızlı çalışmaktadır?*" problemi örnek olarak verilebilir.

Nitel tahmin ve karşılaştırma problemleri, belirli bir sayısal değere bağlı olmayan karşılaştırma problemleridir. Bu tür problemler orantısal akıl yürütmenin bir parçasıdır ve en azından yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri için sayısal karşılaştırma ve eksik değer problemlerini çözmekle aynı şey değildir. Öğrenciler bilinmeyen değer ve sayısal karşılaştırma problemlerini çözmek için ezberlenmiş bir beceriyi kullanabilirler. Nitel tahmin ve karşılaştırma problemleri ise öğrencilerin oranların anlamını anlamalarını gerektirir. Niteliksel düşünme, öğrencilerin cevapların uygulanabilirliğini kontrol etmelerine ve problem durumları için uygun parametreleri belirlemelerine olanak tanır. Bu tür düşünme genellikle gerçek hesaplamalardan önce gerekli olduğundan, bu tür problemlerin öğretime dahil edilmesi, öğrencileri teşvik eder ve hesaplamalarını ve problem çözmelerini geliştirir. (Cramer & Post, 1993). "*Murat bugün düne göre daha fazla yolu daha az sürede koşmuştur. Murat'ın hızı düne göre; a)daha hızlıdır, b) daha yavaştır, c) aynıdır, d)yeterli bilgi yoktur*." problemi örnek olarak verilebilir.

2.2.3 Orantısal Akıl Yürütme İçeren Problemlere Yönelik Çözüm Stratejileri

Literatür incelendiğinde öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren problemlere karşı geliştirmiş oldukları stratejilere yönelik oldukça fazla araştırmaya rastlanmıştır (Bart, Post,

Behr & Lesh, 1994; Ben-Chaim vd. 1998; Cramer & Post, 1993; Duatepe v.d., 2005; Karlı & Yıldız, 2022; Knox, 2017; Pakmak, 2014; Tournaire & Pulos, 1985). İlgili stratejileri başarı ve başarısız stratejiler olarak ikiye ayırabiliriz. Başarılı stratejiler birim oran, değişim çarpanı, denk kesir ve içler-dışlar çarpımı stratejisi (Cramer & Post, 1993) ve Bart v.d. (1994) tarafından belirlenen denklik sınıfı stratejisi ve Ben-Chaim vd. (1998) tarafından belirlenen arttırma stratejisidir. Başarısız stratejiler ise duygusal cevap verme, toplamsal ilişki ve veri ihmali (Ben-Chaim v.d., 1998) ve Duatepe v.d. (2005) tarafından belirlenen belirgin bir strateji olmaması durumudur. İlgili stratejiler aşağıdaki iki örnek problem dikkate alınarak açıklanmıştır.

Örnek problem 1: "*Ahmet ile Ali duvar ustalarıdır. Ahmet 15 m^2'lik duvarı 5 saatte örmektedir. Ali ise 20 m^2'lik duvarı 4 saatte örmektedir. Hangi usta daha hızlı çalışmaktadır?*"

Örnek problem 2: "*Üç kilo kiraz 30 TL ise 90 TL'ye kaç kilogram kiraz alınabilir?*"

Birim oran stratejisi, öğrencilerin "biri için kaç?" sorusuna yanıt arayarak çözüme ulaştıkları stratejidir (Cramer & Post, 1993). Örnek problem 1 düşünülürse; Ahmet ile Ali'nin bir saatte kaç m^2 duvar ördükleri hesaplanır veya 1 m^2' yi kaç saatte ördükleri hesaplanır. Ahmet 1 saatte 3 m^2, Ali ise 1 saatte 5m^2 duvar örebilmektedir. Öte yandan Ahmet 1 m^2'yi 5/15=1/3 saatte, Ali ise 1 m^2'yi 4/20=1/5 saatte örebilmektedir. Sonrasında ise hangisinin daha hızlı olduğunu bulmak için karşılaştırma yapılarak cevaba ulaşılır.

Değişim çarpanı stratejisi, öğrencilerin "kaç kere" sorusuna yanıt arayarak çözüme ulaştıkları stratejidir (Cramer & Post, 1993). Örnek Problem 2 düşünülürse; 90 TL, 30 TL'nin üç katı olduğundan burada değişim çarpanı 3'tür. Değişim çarpanı 3 ile 3 çarpılırsa, "90 TL'ye 9 kilogram kiraz alınabilir" sonucuna ulaşılır.

Denk kesir stratejisinde, öğrenciler her bir oranı bir kesir olarak düşünür. Denk kesir bilgileri ile sonuca ulaşırlar (Cramer & Post, 1993). Örnek Problem 2 düşünülürse; 3 kg kiraz 30 TL ise $\frac{3\text{ kg}}{30\text{ TL}} = \frac{?\text{ kg}}{90\text{ TL}}$ ifadesinde ilk kesrin pay ve paydası 3 ile çarpılır ise "90 TL'ye 9 kg kiraz alınabilir" sonucuna ulaşılır.

İçler-dışlar çarpımı stratejisinde, öğrenciler verilen durum ile ilgili orantı kurar, bir çapraz çarpım oluşturur ve elde edilen denklemi çözerek sonuca ulaşır. Son derece önemli, ancak gerçek dünyada yeri olmayan mekanik bir süreçtir (Cramer & Post, 1993). Öğrenciler Örnek problem 1 durumunda aşağıdaki gibi sonuca ulaşır.

$$\frac{3\text{ kg}}{30\text{ TL}} = \frac{?\text{ kg}}{90\text{ TL}}$$

3 kg.90 TL = ? kg.30 TL

? = 9 kg

Denklik sınıfı stratejisinde, öğrenciler verilen oran çiftlerini kesir olarak düşünür ve istenen çift elde edilene kadar denklik sınıfı üretirler (Bart v.d., 1994). Örnek problem 2 düşünülürse; denklik sınıfı 3/30=6/60=9/90=… şeklinde oluşturulur. İstenen oran çifti ?kg/90TL olacaktır. Dolayısıyla ? = 9 kg olarak sonuca ulaşılır.

Arttırma stratejisinde öğrenciler her bir veriyi arttırarak sonuca ulaşmaya çalışırlar (Ben-Chaim v.d., 1998). Örnek problem 2 düşünülürse aşağıdaki gibi sonuca ulaşılır.

3 kg 30 TL

6 kg 60 TL

9 kg 90 TL

Duygusal cevap verme stratejisi, öğrencilerin matematiksel olmayan akıl yürütmeler ile verdikleri öznel cevaplardır (Duatepe v.d., 2005). Örneğin; "Bir pastaneye giden çocuk 4 adet simitin 20 lira, 3 adet poğaçanın 12 lira olduğunu görüyor. Hangi ürünün fiyatı daha ucuzdur?" sorusuna "poğaça her zaman simitten pahalıdır, simit daha ucuzdur." şeklinde matematiksel çözümden uzak öznel cevap verirler.

Toplamsal ilişki stratejisi, öğrencilerin iki ya da daha fazla oran için çarpımsal ilişkiyi farketmeyip toplamsal ilişki varmış gibi işlem yaptıkları stratejidir (Duatepe v.d., 2005). Örnek problem 2 için bu stratejiyi kullanan öğrenciler, "30 TL ile 3 kg arasında (30-3), 27 fark vardır, dolayısıyla 90 TL ile kg arasında da 27 fark olmalıdır" şeklinde düşünerek 90-27=63 hatalı sonucuna ulaşacaklardır.

Veri ihmali stratejisi, öğrencilerin sadece bir orana odaklandıkları, diğer oranı dikkate almadıkları stratejidir (Duatepe v.d., 2005). Örnek problem 1 düşünülürse; bu stratejiyi kullanan öğrenciler, "Ahmet 15 m^2, Ali 20 m^2 duvar örmüştür, dolayısıyla Ali, Ahmet'ten daha hızlı çalışmaktadır" veya "4 saat, 5 saatten daha azdır, dolayısıyla Ali daha hızlı çalışmaktadır." şeklinde düşünerek yanlış sonuca ulaşırlar.

Belirgin bir strateji olmaması, öğrencilerin verilen veriler ile içler-dışlar çarpımı algoritmasını kullanamadığı niteliksel karşılaştırma içeren soru türlerinde kullandıkları

stratejidir. Çünkü niteliksel karşılaştırma içeren soru türlerinde öğrencilerin sayısal işlemlerden ziyade orantıyı anlayıp sözel olarak yanıt vermeleri gerekmektedir. Öğrenciler bu şekilde doğru yanıta ulaşırlar, ancak doğru yanıtı bir çözüm stratejisi kullanmadan ifade ederler (Duatepe v.d., 2005).

2.2.4 Orantısal Akıl Yürütme Düzeyleri

Langrall ve Swafford (2000)'a göre orantısal akıl yürütme düzey 0, düzey 1, düzey 2 ve düzey 3 olmak üzere 4 ardışık düzeyde toplanabilir.

Düzey 0, orantısal akıl yürütmenin olmaması; Bu düzeydeki öğrenciler görsel ipuçlarını tahmin eder ve kullanır. Çarpımsal ilişkilerden ziyade toplamsal ilişkilere odaklanır. Sayılar, işlemler ve stratejileri rastgele kullanır. İki oranı birbirine bağlayamaz.

Düzey 1, orantılı durumlar hakkında informal akıl yürütme; Bu düzeyde öğrenciler orantılı durumları anlamlandırmak için resimler, modeller ve somut materyaller kullanırlar. Niteliksel karşılaştırmalar yapabilirler.

Düzey 2, nicel muhakeme; Bu düzeyde öğrenciler somut materyaller olmadan nicel akıl yürütmeyi kullanabilir ve modellerini sayısal hesaplamalarla ilişkilendirebilir. Birim oranı bulur ve kullanır. Denk kesirleri elde eder ve çokluklar arasında ilişki kurabilir.

Düzey 3, orantılı durumlar hakkında formal akıl yürütme; Bu düzeyde öğrenciler bir değişken kullanarak bir orantı kurabilir. Var olan yapısal ilişkileri tam olarak anlar, içler-dışlar çarpımı veya denk kesirler kullanarak değişkeni bulabilir. Bir orandaki çokluklar arasındaki ilişkinin aynı kaldığını, yani değişmez(invary) olduğunu, çoklukların ise birlikte değişebildiğini (covary) anlar.

2.2.5 Orantılı Akıl Yürütme Gelişimi İçin Dönüşümler

Lobato v.d. (2010, s.48)'e göre orantılı akıl yürütme öğrencilerin bilişsel gelişiminde bir kilometre taşıdır. Orantılılık anlayışı birkaç yıl içinde yavaş yavaş gelişebilir. Ancak geçen zamana göre olgunlaşma tek başına orantılı akıl yürütmenin gelişimini sağlamaz. Birçok yetişkin orantılı akıl yürütemez. İçler-dışlar çarpımı algoritmasını doğru bir şekilde gerçekleştirmek, orantısal akıl yürütme becerisinin yeterince geliştiğine dair tek başına yeterli değildir.

Çiftler ve yarımlar ile akıl yürütebilen bir kimse, daha karmaşık ve zor sayılar ile orantılı akıl yürütemeyebilir. Orantısal akıl yürütme, bir oranın anlamını çarpımsal bir karşılaştırma ve birleşik bir birim olarak kavramak, oranlar, kesirler ve bölümler arasında bağlantı kurmak dâhil birçok anlayışı içeren bir beceridir. Öğrenciler, oranları oluşturmada, orantılar ile akıl yürütmede giderek daha fazla ustalaştıkça, düşüncelerinde birden fazla değişiklik yaparlar. Lobato v.d. (2010, s.61-75), bu değişiklikleri dört adımda hiyerarşik olarak belirlemiştir; (1) tek çokluk ile akıl yürütmeden iki çokluk ile akıl yürütmeye geçilmesi, (2) toplamsal karşılaştırmadan çarpımsal karşılaştırmaya geçilmesi, (3) birleşik birim (composed-unit) ile akıl yürütmeden çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütmeye geçilmesi, (4) birleşik birimlerin tekrarlanması ile birkaç denk oran oluşturmadan, sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturulabilmesine geçilmesi.

(1) Tek çokluk ile akıl yürütmeden iki çokluk ile akıl yürütmeye geçilmesi

Öğrenciler oranlarla akıl yürütmeye başlamadan önce genellikle sadece bir niceliğe odaklanırlar (Lobato v.d., 2010, s.61). İki nicelikle akıl yürütme, problemdeki bir nicelik veya birime odaklanmaktan, ilişkideki iki nicelik veya birimin yer aldığını fark etmeye geçişi içerir. Örneğin bir bardak limonata, hem limon konsantresi hem de su içerir. Limonatadaki limon miktarını belirleyen, her birinin miktarıdır. Bir oranın iki niceliğine dikkat, oran ile akıl yürütmenin genellikle gözden kaçan tarafıdır. Ancak bir orantı, iki oranın denkliğinden oluştuğundan, oran ile akıl yürütme orantılı akıl yürütmeden önce kavranmalıdır. Tek değişkenli akıl yürütmeden çok değişkenli akıl yürütmeye geçiş, öğrenciler için bilişsel bir sıçramayı içerir (Lamon, 1999). Oran, birbirine bağımlı iki veya daha fazla nicelik ile akıl yürütmeyi içerdiğinden, orantılı akıl yürütmenin geliştirilmesinde tek nicelik ile akıl yürütmeden çok nicelik ile akıl yürütmeye geçiş zorunludur.

(2) Toplamsal karşılaştırmadan çarpımsal karşılaştırmaya geçilmesi

Toplamsal karşılaştırma "biri diğerinden ne kadar büyük veya ne kadar küçük?" sorusuna yanıt verirken, çarpımsal karşılaştırma "Biri diğerinin kaç katı veya biri diğerinin kaçta kaçı?" sorusuna yanıt verir (Lobato v.d., 2010, s.18). Oran, iki sayının çarpımsal karşılaştırmasıdır ve a/b şeklinde ifade edilir. Dolayısıyla, öğrencilerin toplamsal bir karşılaştırma yapmaktan iki nicelik arasında bir oran oluşturmaya geçiş yapmaları gerekmektedir. Örneğin; "Birbirine bağlı iki dişliden küçük olanı 3 tur döndüğünde büyük olanı 2 tur dönmektedir. Küçük olan 9 tur döndüğünde büyük olan kaç tur dönmüş olacaktır?" şeklinde verilen bir problemde toplamsal karşılaştırma yapan öğrenciler "3-2=1

ve buradan küçük ve büyük dişlinin tur sayıları arasında 1 fark olmalıdır. Dolayısıyla küçük dişli 9 tur dönüyor ise büyük dişli 8 tur dönmelidir, sonucuna vardıkları görülmüştür." Bu tür durumlarda öğrencilerin ilgili dönüşümü yapmaları ve daha karmaşık anlayış geliştirmeleri adına, verilen problemi uygulayabilecekleri bir materyal verilebilir. Bahsi geçen problem durumu için birbirine bağlı iki dişli öğrencilere verilir. Öğrenciler, yeterli sayıda deney yapmaları ve 2:3, 4:6, 6:9, … şeklinde dönüş çiftlerini elde etmeleri için teşvik edilir (Lobato v.d., 2010, s.64). Yukarıda belirtildiği gibi çarpımsal karşılaştırmaya teşvik etmek için öğrencilere değişim durumlarını hem toplamsal hem de çarpımsal terimler ile tartışma ve ilgili durumları deneyimleme fırsatları verilmelidir. Öğrenciler doğal olarak değişim durumlarını toplamsal terimler ile değerlendirmeye eğilimlidirler, ancak belirli yönlendirmeler ile durumları hem toplama hem de çarpma terimleri ile tartışmaya başlayabilirler.

(3) Birleşik birim (composed-unit) ile akıl yürütmeden çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütmeye geçişmesi

Öğrenciler yineleme yaparak, bölümlere ayırarak ve oluşturulmuş birimler ile diğer oluşturma stratejilerini kullanarak orantılı durumlar ile ilgili model geliştirseler bile, "bir oran iki niceliğin çarpımsal bir karşılaştırmasıdır" tanımı gereği nicelikleri çarpımsal olarak karşılaştırabilmeleri de gerekir. Bu nedenle yalnızca birleşik birim stratejilerinin kullanmaktan, çarpımsal karşılaştırmalar yapmaya ve kullanmaya geçiş yapmaları gerekir (Lobato v.d., 2010, s.69). Bu geçiş daha soyut bir akıl yürütmeye doğru bir adımı temsil eder. Birbirine geçen iki dişli probleminde bir sonraki adım olarak "Küçük dişli 96 kez dönüyorsa büyük dişli kaç kez dönmüştür?" problemi ele alınırsa; birleşik birim ile akıl yürüten öğrenciler, 2:3, 4:6, 8:12, 16:24, 32:48, 64:96, yani büyük dişli 64 kez döner sonucuna ulaşabilir. Bu yöntem diğer stratejilere geçmek için bir adımdır ve gereklidir, ancak yeterli değildir. Daha karmaşık bir sayı ile karşılaşılması durumunda, örneğin küçük dişlinin 1240 tur döndüğü durumda öğrenciler sonuca ulaşmakta zorluk çekecektir. Bu tür durumlar ile başa çıkabilmesi için öğrenciye 1240 dönüşü 2/3 ile çarpması gerekliliğini öğretmek, bu ve buna benzer durumlarda sonuca ulaşabilmesini sağlayacaktır (Lobato v.d., 2010, s.70). Öğrencilere, birden fazla problem durumu verilerek, oluşturma stratejileri, çarpımsal karşılaştırmalar ve bunlar arasındaki bağlantı hakkında kendi anlayışlarını geliştirmelerine yardımcı olunmalıdır.

(4) Birleşik birimlerin tekrarlanması ile birkaç denk oran oluşturmadan, sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturulabilmesine geçilmesi

Öğrencilerin birkaç eşdeğer oran geliştirmekten sonsuz sayıda eşdeğer oran kümesi oluşturmaya geçiş yapmaları gerekir (Lobato v.d., 2010, s.71). Oluşturulan bir birleşik birimi yineleyebilen veya bölümlere ayırabilen öğrencilerin oran ve orantıları tam olarak anladıkları sonucuna varmak yanlış olur. Öğrenciler aynı oranı yinelerken, bir oranı bir gerçek sayı ile çarpmanın mümkün olduğunu anlamadan, bir birleşik birimi ikiye katlayabilir ve yarıya bölebilir. Öğrencileri bu şekilde kolay katlara bağlı olmayan eşdeğer oranlar geliştirmeye sevk etmek için problem durumları üretmek gerekir. Örneğin birbirine geçen iki dişli probleminin "küçük dişli $7\frac{1}{2}$ tur atması durumunda büyük dişli kaç tur atacaktır?" şeklinde sorulması durumunda öğrenciler sonsuz sayıda eşdeğer elemandan oluşan bir küme olarak "oran" fikrini düşünmeye ve tartışmaya başlayacaktır (Lobato v.d., 2010, s.72). Bu son dönüşüm öğrencinin oranlar hakkında formal olarak akıl yürütmesine ve anlayışlarını geliştirmesine izin vererek, günlük çarpımsal akıl yürütme durumları dâhil olmak üzere daha ileri matematik gerektiren kavramlara ulaşmasına olanak sağlayacaktır.

2.3 Motivasyon ve Motivasyon Stratejileri

Bu bölümde motivasyon kavramı, motivasyon teorileri, ARCS motivasyon modeli, ARCS motivasyon modeli stratejileri ve uygulanması ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

2.3.1 Motivasyon Kavramı

Motivasyon, köken olarak Latince "hareket etmek, harekete geçmek" anlamlarındaki "movere" kelimesinden türemiştir (Porter, Bigley & Steers 2003). Türkçe karşılığı güdülenme olan motivasyon, kişinin, davranışının yönünü, gücünü ve öncelik sırasını belirleyen iç ve ya dış faktörlerin etkisiyle eyleme geçmesi anlamına gelmektedir (TDK, 2021). Bu faktörler değişken olmakla birlikte, kişinin ihtiyaçları, istekleri, beklentileri, değerleri veya dış çevresel faktörler olabilir. Farklı bireyler, farklı faktörlerden etkilenebilir ve farklı motivasyon düzeylerine sahip olabilirler. Bu nedenle özellikle psikolojide önemli bir araştırma alanıdır. Bir kişinin motivasyonunu anlamak ve yönetmek, kişisel ve çevresel faktörleri dikkate almayı gerektirir. İş dünyasında, eğitimde, sağlıkta ve diğer birçok alanda, motivasyonun yönetimi ve teşviki önemlidir ve bu nedenle motivasyonu anlamak ve etkili

bir şekilde yönetmek oldukça karmaşık ve çok yönlü bir süreçtir. Bu karmaşıklık ve çok yönlülük motivasyona dair birçok tanımlamayı da beraberinde getirmiştir.

Başaran (1990, s.251)'a göre motivasyon, bireyin gereksinimlerini doyurmak amacıyla öğrenme ve eyleme geçme isteği, Fidan (1996)'a göre davranışın yönünü, şiddetini ve kararlılığını belirleyen en önemli güç kaynağıdır. Martin ve Briggs, motivasyonu davranışın uyandırılması, sürdürülmesi ve kontrolünü etkileyen içsel ve dışsal koşulların hepsini içeren yapı olarak tanımlarken; Keller ise motivasyonu kişilerin davranışlarının önemine ve kontrolüne dayalı olarak, amaçlarına ulaşmak veya bazı şeylerden sakınmak için yaptıkları çaba veya çalışmaların derecesi olarak tanımlamıştır (Akt: Warren, 2000).

Motivasyonun kaynağı, kişinin bireysel özelliklerine ve çevresel etkenlere bağlı olarak değişebilir ve farklı kişiler için farklı motivasyon kaynakları olabilir. Bir eylem doğası gereği ilginç ve eğlenceli olduğu için veya sonucunda fayda sağlayacak bir durum ortaya çıktığı için yapılabilir. Araştırmalar, kişi içsel ve dışsal nedenler ile davrandığında, deneyim ve performansının kalitesinin çok farklı olabileceğini göstermiştir. Buna paralel olarak motivasyon kavramını tam manasıyla anlayabilmek için alanyazın motivasyonu, içsel ve dışsal motivasyon olarak tanımlamanın gerekliliğini ortaya koymuştur (Hennessey, Moran, Altringer & Amabile, 2015; Moldovan, 2014; Ryan & Deci, 2000).

İçsel motivasyon, kişinin davranışı sadece keyif aldığı, eğlendiği, ilgilendiği için, yani içsel doyumları için yapma motivasyonudur. Dışsal motivasyon ise bazı dış hedeflere ulaşmak veya dışarıdan kabul ettirilen bazı kısıtlamalara uymak için eyleme geçme motivasyonudur (Hennessey v.d., 2015).

Ryan ve Deci (2000)'e göre içsel motivasyon başarının doğal kaynağıdır ve eğitimciler için önemli bir olgudur. Bir kişi içsel olarak motive olduğunda dış dürtüler, baskılar veya ödüller yerine eğlence veya meydan okuma için harekete geçer. İnsanlar doğası gereği doğumdan itibaren aktif, araştırmacı, meraklı ve oyunbaz varlıklardır. Keşfetmeye ve öğrenmeye her zaman açıklardır ve bunu yapmak için dışsal teşviklere ihtiyaç duymazlar. Kişinin bilgi ve becerilerini geliştirmesi doğuştan gelen ilgi alanlarına göre hareket etmesiyle gelişeceği için bu doğal motivasyonel eğilim bilişsel, sosyal ve fiziksel gelişim için kritik bir unsurdur. Yeniliğe ilgi duyma, aktif olarak benimseme ve becerilerimizi kullanma eğilimleri, insanın performansını, sürekliliğini ve mutluluğunu etkileyen önemli özellikleridir. İçsel motivasyon açıkça önemli olmasına rağmen, insanlar yaşamları boyunca gerçekleştirmek durumunda oldukları, özünde ilginç olmayan birçok faaliyette içsel olarak motive değildir.

Bireyler bu tür faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde dışsal faktörlerden etkilenmektedir. Dışsal motivasyon, bir faaliyetin, farklılık oluşturacak bir sonuca ulaşmak için yapılması olarak tanımlanmaktadır (Ryan & Deci, 2000). Dışsal motivasyon, genellikle bir amaç veya hedefe ulaşmak için yapılan bir eylemin sonucunda elde edilen ödül veya ceza ile ilgilidir. Yani bir eylemi araçsal değerinden dolayı gerçekleştirmektir. Örnek olarak, ödevini yanlızca ebeveyn yaptırımlarından kaçınmak için yapan bir öğrenci ve kariyer hedefine ulaşmak için değerli olduğuna inandığı bir işi gerçekleştiren bir kişi dışsal olarak motive olmuştur. Her iki örnekte de yapılan iş araçsal değeri için yapılmaktadır (Ryan & Deci, 2000).

Moldovan (2014)'e göre içsel ve dışsal motivasyon arasındaki sınıflandırma, onları üreten kaynak ile ilgilidir. Üreten kaynak kişinin kendi kişisel ihtiyaçlarıysa içsel motivasyon, başka biri tarafından öneriliyor veya empoze ediliyorsa dışsal motivasyondan bahsedilir. Bir öğrenciyi okula gelmeye, öğretmeni dinlemeye ve öğrenmeye iten nedenler iki ana gruba ayrılır; birincisi (içsel motivasyon), öğrencinin, öğrenmek ve bilgi edinmek istemesi, ikincisi (dışsal motivasyon), öğrencinin, öğretilen ile doğrudan ilgilenmeden, belirli ödülleri elde etmek istemesidir.

Hem içsel motivasyon hem de dışsal motivasyon, kişinin davranışını yönlendirmek ve hedeflerine ulaşmak için kullanılabilecek önemli motivasyon kaynaklarıdır. Ancak, içsel motivasyonun daha uzun süreli ve sürdürülebilir olduğu, kişinin kendini daha başarılı hissetmesine ve kendini gerçekleştirmesine daha fazla katkıda bulunduğu kabul edilirken, dışsal motivasyonun öncelikle kısa vadeli hedeflere ulaşmaya yardımcı olduğu söylenebilir.

Motivasyon, akademik faaliyetleri anlamlı ve değerli bulmak için bir öğrenci eğilimidir ve bahsedilen faaliyetler ile amaçlanan akademik faydaları elde etme girişimiyle sonuçlanır (Glynn ve Koballa, 2006). Bir hedefe ulaşmak için eylem ve niyetleri oluşturma ve sürdürme dürtüsü olarak tanımlanan motivasyon oldukça önemlidir, çünkü öğrencinin, öğrenmeye aktif katılımını ve öğrenmeye karşı tutumunu belirler (Ngeow, 1998). Motivasyon, bireylerin ilgi ve çabalarını arttırdığı için öğrenme ve öğretmede dikkate alınması gereken önemli bir paradigmadır (Haggis,2004).

Araştırmalar, motive olan ve öğrenme sürecine aktif olarak katılan öğrencilerin, olmayanlara göre sınıfta daha iyi performans ortaya koyduğunu göstermektedir. Öğrenciler, öğrenme etkinliklerinin önemini fark ederse, onlardan amaçlanan akademik faydaları elde etme olasılıkları daha yüksektir. Öğrencilerin motivasyon düzeyi, bir öğrenme ortamına katılımlarına ve katkılarına yansır. Aktif ve yüksek motivasyonlu öğrenciler, herhangi bir

dış ödül beklemeden kendiliğinden faaliyetlere dahil olacaklardır (Skinner & Belmont, 1993). Düşük motivasyonlu öğrenciyi teşvik etmek, etkinliklere katılmaya ikna etmek için dış ödüllere ihtiyaç vardır.

Günümüzde öğrenmeye bakış açısı sadece biliş, idrak ve kavramaya dikkat çekmekle kalmamakta, öğrencilerin motivasyonu ve tercihi de etkili ve faydalı öğrenme ve başarı için temel faktörler arasında sayılmaktadır (Dermitzaki, Stavroussi, Vavougios & Kotsis, 2013; Di Serio, Ibáñez & Kloos, 2013;). Motivasyon, seçimlerimizde başarılı olmaya katkı sağladığı gibi motivasyon eksikliği de başarının önünde bir engel olabilir (Jaemu, Kim & Lee, 2008). Motivasyon eksikliği nedeniyle hayal kırıklığı ve sıkıntı hissi, üretkenliği etkileyebilir (Legault, Green-Demers & Pelletier, 2006). Wang, Shannon ve Ross (2013) motivasyonun, derse dair memnuniyeti ve akademik performansı, Wyss, Lee, Domina ve MacGillivray (2014), kalıcılığı, üretkenliği ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır. Motivasyon, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha aktif olmalarına, daha yüksek başarıya ulaşmalarına ve daha fazla ilgi göstermelerine yardımcı olur. Bu nedenle, eğitimde motivasyonun artırılması, öğrencilerin başarısını artırmak için önemli bir faktördür.

2.3.2 Motivasyon Teorileri

Motivasyon teorileri, motivasyon kavramını ele alış biçimine göre, içerik teorileri ve süreç teorileri şeklinde ikiye ayrılır. İçerik teorileri insanları yönlendiren ve motive eden faktörleri açıklarken, süreç teorileri çeşitli kişisel faktörlerin insan davranışını nasıl etkilediğine odaklanır (Arkhipova, Belova, Gavrikova, Nikolskaya & Pleskanyuk, 2019; Balantekin, 2014; Bayrakçeken, Oktay, Samancı, & Canpolat, 2021; Dinibutun, 2012; Önen & Kanayran, 2015; Turabik & Baskan, 2015; Yeşiltepe, 2019). İçerik teorileri; Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi teorisi, Herzberg'in çift faktör teorisi, Mc Clelland'ın başarı ihtiyacı teorisi ve Alderfer'in ERG yaklaşımıdır. Süreç teorileri ise Vroom'un beklenti değer teorisi, Lawler ve Porter'ın geliştirilmiş beklenti teorisi, hedef belirleme teorisi ve Adams'ın eşitlik teorisidir.

2.3.2.1 İçerik Teorileri

Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi, insan ihtiyaçlarının piramit şeklinde beş katmanlı hiyerarşik modelini içeren bir motivasyon teorisidir. Bu ihtiyaçlar en alt seviyeden en üst seviyeye doğru şu şekilde sıralanır; fizyolojik ihtiyaçlar, güvenlik ihtiyacı, ait olma ve sevgi ihtiyacı, saygı ihtiyacı ve son olarak kendini gerçekleştirme ihtiyacı. Maslow, insanların belirli ihtiyaçları elde etmek için motive olduklarını ve bazı ihtiyaçların diğerlerine göre öncelikli olduğunu belirtmiştir (McLeod, 2007). Bir ihtiyaç ancak minimum düzeyde karşılanarak diğer ihtiyaca geçilebilir. Alt kademedeki ihtiyaçları yeteri düzeyde karşılamadan bir üst seviyeye çıkmak mümkün değildir. Maslow, hiçbir ihtiyacın tam olarak tatmin edilemeyeceğini ve tatmin edilen bir ihtiyacın artık bireyi motive etmeyeceğini belirtmiştir (Turabik & Baskan, 2015). McLeod (2007)'e göre fizyolojik ihtiyaçlar, hava, yiyecek, içecek, barınak, giyim, sıcaklık, uyku gibi insanın hayatta kalması için gereklilik arz eden ihtiyaçlardır. İnsan vücudunun en iyi şekilde çalışabilmesi için bu ihtiyaçlar karşılanmalıdır. Maslow, fizyolojik ihtiyaçları, diğer tüm ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli olması nedeniyle, hiyerarşinin en önemli basamağı olarak kabul etmiştir. Güvenlik ihtiyaçları, fiziksel ve duygusal tehditlerden korunmayı, can ve mal güvenliğini kapsar. Aidiyet ve sevgi ihtiyacı, aile ve sosyal çevrede kabullenilme ve sevilme, arkadaşlık ve güven gibi durumları içerir. İnsan sosyaldir ve kişilerarası ilişkilere duyulan ihtiyaç davranışı yönlendirir. Saygınlık ihtiyacı, kendine saygı duyma (haysiyet, başarı, ustalık v.b.) ve başkalarından saygı görme(statü, tanınma, dikkat çekme v.b.) ihtiyacıdır. Maslow, saygınlık ihtiyacının en çok çocuklar ve ergenler için önemli olduğunu belirtmiştir. Piramidin beşinci ve son seviyesi olan kendini gerçekleştirme ihtiyacı, kişinin, yeteneğini kullanabilmesi, kendini ifade edebilmesi, potansiyelini ortaya çıkarması gibi üretkenliğine yönelik ihtiyaçlarıdır.

Herzberg'in çift faktör teorisi, 1959 yılında Herzberg, Mauser ve Snyderman tarafından Pittsburg'da 203 muhasebeci ve mühnedis ile yapılan iş doyumu araştırması sonucunda ortaya çıkmıştır. Herzberg, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde yer alan ihtiyaçları, bireyin performansını etkileyen iş nitelikleriyle ilişkilendirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında iş doyumunu etkileyen faktörler iki kategoriye ayrılmıştır. Birincisi; işin yapılma sürecini kapsayan hijyen faktörleri (dış faktörler), ikincisi ise çalışanların kendilerini gerçekleştirme ihtiyaçlarını karşılayarak olumlu tutumlar geliştirmelerini sağlayan motive edici (içsel) faktörlerdir. Bu faktörler aynı zamanda motivasyon faktörleri olarak da

adlandırılır (Turabik & Baskan, 2015). Herzberg'in çift faktör teorisi, motivasyon-hijyen teorisi olarak da bilinmektedir. Hijyen faktörleri arasında şirket yönetim politikaları, çalışma ortamı ve koşulları, maaş ve ücretler, iş güvenliği, kişiler arası ilişkilerin kalitesi yer alır. Bu faktörler kabul edilemez bir düzeye düştüğünde, çalışan tatminsiz hale gelir. Bu nedenle, hijyen faktörlerinin yeterli seviyede varlığı memnuniyetsizliği önler, ancak motivasyonu hiçbir şekilde etkilemez. Teoride motive edici faktörler ise başarı, tanınma, teşvik edici çalışma, sorumluluk, terfi ve fırsatlardır (Jones, 2011). Bu teoride belirtilen hijyen faktörlerinin, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisindeki alt düzey ihtiyaçlara, motive edici faktörlerin ise üst düzey ihtiyaçlara benzer olduğu anlaşılmaktadır.

Mc Chlelland'ın başarı ihtiyacı teorisi, David Mc Clelland'ın, Henry Murray'in çalışmalarından yola çıkarak ortaya çıkardığı motivasyon teorisidir. Murray, kişiliğin 44 değişkenden oluştuğunu öne sürmüş ve bunlardan birine başarma ihtiyacı adını vermiştir. Murray, başarma ihtiyacını engelleri aşma, güç ve istek kullanma ve zor işleri mümkün olan en iyi ve en hızlı şekilde yapmaya çalışma eğilimi olarak tanımlamıştır. Mc Clelland'a göre başarma ihtiyacı, bireyleri iyi performans göstermeye veya performanslarını geliştirmeye iten bilinçsiz bir güdüdür. Başarma ihtiyacı yüksek olan bireyler, zor görevlerin üstesinden gelme becerilerini gösterme eğilimindedir. Dolayısıyla bir iş ile ilgili beceri ve bilgilerin öğrenilmesinde daha başarılıdırlar (Loon & Casimir, 2008). Mc Clelland, başarı ihtiyacı teorisinin temelini oluşturan üç güdüyü; başarı güdüsü, güç güdüsü ve bağlanma (ilişki) güdüsü olarak açıklamaktadır. Bu üç güdü, Maslow'un kendini gerçekleştirme, saygı ve sevgi ihtiyaçlarına karşılık gelmekte ve bu güdüler, herkeste bulunmakla birlikte, yoğunluk derecesi bireyin içinde bulunduğu duruma göre değişmektedir (Dinibutun, 2012). Başarı güdüsü, kişisel sorumluluklar alarak problem çözmeyi, projeleri yönetmeyi istemeyi, tam performans göstermeyi, hızlı ve net geri bildirimler istemeyi, belirli ölçüde zorlayıcı görevler talep etmeyi içerir. Başarı güdüsü yüksek olan bireyler, ulaşılması zor ama mümkün olan hedefler seçerler ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli olan bilgi ve becerileri elde etmeye çalışır, performansları hakkında zamanında eleştiri ve geri bildirim almayı tercih ederler (Turabik & Baskan, 2015). Güç güdüsü, başkalarını etkileyerek doyuma ulaşma eğilimidir. Güçlenme ihtiyacı yüksek olan bireyler, görüş ve değerlendirmelerde bulunarak başkalarını etkilemek ister, öğretmek ve toplum önünde konuşma yapmak gibi ikna gerektiren rollerden hoşlanırlar (Dinibutun, 2012). Bağlanma (ilişki) güdüsü, bireyin başkalarıyla sosyal etkileşimde bulunma ve bir sosyal gruba kabul edilme isteğidir. Güçlü bir aidiyet ihtiyacı

olan bireyler, arkadaşları ve akrabaları ile güçlü, sıcak ilişkiler sürdürmek ister, genellikle uzlaşmacı davranarak dostça ilişkiler kurmaya çalışırlar (Dinibutun, 2012).

Alderfer'in ERG teorisi, Alderfer'in, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi üzerine gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda ortaya çıkmış motivasyon teorisidir. Alderfer'e göre birey, var olma (Existence), ilişkili olma (Relatedness) ve büyüme (Growth) ihtiyaçları olmak üzere üç temel ihtiyaç grubu tarafından motive edilir (Arnolds & Boshoff, 2002). Var olma ihtiyacı, bireyin varlığını sürdürmesi (hayatta kalması) için gerekli olan temel ihtiyaçlarını içerir. Var olma ihtiyacı, Maslow'un teorisinde fizyolojik ihtiyaçlar ve güvenlik ihtiyacına karşılık gelmektedir. İlişkili olma ihtiyacı, sosyal çevre ile ilişkiler kurmak ve sürdürmektir. İhtiyaçlar hiyerarşisinde aidiyet, sevgi ve saygı ihtiyaçlarına yöneliktir. Büyüme ihtiyaçları ise kendini geliştirme ve potansiyelini ortaya çıkarma arzusudur. Maslow'un teorisinden farklı olarak ERG teorisinde, daha yüksek bir ihtiyaç motive edici bir etki olarak ortaya çıkmadan önce daha düşük seviyedeki ihtiyaçların tatmin edilmesi gerekmediğini savunmaktadır (Dinibutun,2012). ERG yaklaşımı, hayal kırıklığı ve pişmanlık ilkelerinden de bahseder. Bu ilkelere göre, üst düzey bir ihtiyacın tam manasıyla karşılanamaması, alt düzey bir ihtiyacı tetikler ve alt düzey ihtiyaçlarda doyumsuzluğa yol açar (Turabik & Baskan, 2015).

2.3.2.2 Süreç Teorileri

Vroom'un beklenti değer teorisi, çabayı ve sonuç olarak üretkenliği tahmin etmeye çalışan, bireysel motivasyon ile ilgili bir teoridir. Teorinin üç ana unsuru vardır. Bunlar; değerlilik, beklenti ve araçsallıktır. Bu üç unsur, bireyin motivasyonunu ayrı ayrı etkileyebilir, ancak birleştiğinde bu unsurlar güçlü bir etkiye sahiptir (Estes & Polnick, 2012). Değerlik, belirli sonuçlara yönelik eğilimi ifade eder (Turabik & Baskan, 2015). Bireylerin ihtiyaçlarının farklı olması nedeniyle, bir sonuç bazı bireyler için çok önemliyken bazı bireyler için uğruna çabalamanın gerek olmadığı düşünülebilir. Değerlik değerleri, +1 ile -1 arasında değişmektedir. Değerlik değeri, birey bir sonuca ulaşmak için istekli ise pozitif, ulaşmayı arzulamıyor ise negatif, sonuca karşı herhangi bir karşılık vermiyor ise sıfır olarak kabul edilmektedir. Beklenti, bir iş ile ilgili birey tarafından gösterilen çaba sonucunda bir ödül elde etmeye yönelik tahmin olarak tanımlanmaktadır (Turabik & Baskan, 2015). Beklenti değeri, 0 ile +1 arasında değişmektedir. Birey, gösterdiği çaba ile bir sonuca ulaşacağından emin ise beklenti değeri +1, aksi durumda, yani bir sonuca ulaşamayacağını düşünüyor ise

beklenti değeri 0'dır. Araçsallık, birinci düzey sonuçların, ikinci düzey sonuçlara yol açacağına dair kişisel inançtır (Estes & Polnick, 2012). Örnek olarak kişinin daha yüksek ücret alması birinci düzey sonuç, bu yüksek ücret ile ailesine daha iyi yaşam koşulları sağlamak ikinci düzey sonuçtur. Araçsallık değeri de 0 ile +1 arasında değişmektedir. Vroom, motivasyon ile değerlik, beklenti ve araçsallık arasındaki ilişkiyi "Motivasyon = Beklenti x Araçsallık x Değerlik" şeklinde formüle etmiştir (Estes & Polnick, 2012; Dinibutun, 2012). Bu formüe göre, değerlik, araçsallık ve beklenti değerleri ne kadar yüksek ise bireyin motivasyonu da o kadar yüksek olmaktadır. Bu üç unsurdan herhangi birinin değerinin sıfır olması durumunda potansiyel sonuca yönelik motivasyon olmayacaktır. Özet olarak, beklenti-değer teorisine göre, insanlar belirli bir eylem ya da davranışı sergileyerek elde edecekleri sonuçları ve bu sonuçların kişisel hedeflerine uygunluğunu değerlendirir ve bu değerlendirmeye bağlı olarak eylem veya davranışa motive olurlar.

Lawler ve Porter'ın geliştirilmiş beklenti teorisi, Wroom'un beklenti teorisinin geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkmış motivasyon teorisidir. Porter ve Lawler, motivasyonel gücün ötesinde performansı bir bütün olarak ele alır. Onlara göre, harcanan çabanın doğrudan performansa etki edebilmesi, bireysel yetenekler ve özellikler ile bireyin kendine biçtiği role bağlıdır. Motivasyon, doyum ve performansı ayrı değişkenler olarak görürler ve aralarındaki karmaşık ilişkileri açıklamaya çalışırlar. Bununla birlikte başka bir değişken olarak ödül kavramını da tanıtırlar (Dinibutun, 2012). Bu teori, Vroom'un beklenti-değer teorisinden bazı noktalarda farklılaşmaktadır. İlk olarak, Lawler ve Porter'ın teorisi performanstan elde edilen ödüllere dayanmaktadır. Bu teoriye göre doyum, gerçek ödüller ile bireylerin elde etmek istedikleri ödüller arasındaki farklılığa göre belirlenir. Yani, gerçek ödüller, bireylerin arzu ettikleri ödüllere denk veya daha iyi ise doyum gerçekleşir, aksi taktirde doyumsuzluk oluşacaktır. Ayrıca ödüller, içsel ve dışsal ödüller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İçsel ödüller, bireyin kendi davranışları sonucunda elde ettiği, başarı, kendini geliştirme ve potansiyelini ortaya çıkarma gibi bireysel ödüllerdir. Dışsal ödüller ise ücret ve statü artışları gibi ödüllerdir. Bir diğer farklılık ise Lawler ve Porter'a göre yüksek çaba her zaman yüksek düzeyde performans getirmez. Yüksek düzeyde performans için, bireyin bilgi, beceri ve kendisi için bir rol algısına sahip olması gerekir (Turabik & Baskan, 2015). Özetlemek gerekirse, teoriden, bireyin çabası, bilgi ve becerileri ve rol algısı doğrultusunda performans gösterdiği, bu performans sonucunda içsel ve dışsal ödüllere ulaştığı ve bu ödüller arzu edilen ödüllere eşit veya daha iyi olduğu durumda doyum ve motivasyon oluşacağı anlaşılmaktadır.

Hedef belirleme teorisi, Edwin Locke ve Gary Latham'ın kırk binden fazla katılımcı ile gerçekleştirdiği, hem labaratuvar hem de saha çalışmalarının neticesinde ortaya çıkardıkları motivasyon teorisidir. Teoriye göre, bir davranışın iki bilişsel belirleyicisi vardır. Bunlar, değerler ve hedeflerdir. Bireyler, duygusal olan değerlere sahiptir ve bu değer yargıları ile tutarlı davranış sergilemek arzusundadır. Bu arzu ile kendilerine bir takım hedefler belirlerler ve davranışlarını, bu hedeflere göre düzenlerler. Hedefler, bireyleri yüksek seviyede performans göstermelerini sağlayacak stratejiler geliştirmeye motive eder. Hedefe ulaşmak, tatmin ve daha fazla motivasyona, ulaşamamak ise hayal kırıklığına ve daha düşük motivasyona neden olabilir (Lunenburg, 2011). Hedeflerin, bazı temel özellikleri bulunmaktadır. Locke (1996)'a göre hedef ne kadar zor ise başarı da o kadar büyük olur. Hedef ne kadar belirli ve açıksa, performans o kadar kesin bir şekilde düzenlenir. Dolayısıyla hem belirli ve hem de zor olan hedefler en yüksek performansı sağlar. Başarı için, belirli ve zor hedeflere bağlılığı sürdürebilmek de oldukça önemlidir. Bunun için, bireyin belirlenen hedefin önemli ve ulaşılabilir olduğuna ikna olması gerekmektedir. Ayrıca, bireylerin hedeflere yönelik performanslarına dair geri bildirim verilmelidir. Sonuç olarak hedef belirleme teorisi; bireyler, zor, kabul edilebilir ve açık hedefler belirlediğinde veya onlara bu türden hedefler verildiğinde ve performansları hakkında geri bildirim sağlandığında motivasyonlarının geliştiğini ifade eder.

Adams'ın eşitlik teorisi, Stacy Adams tarafından geliştirilen, adalet kavramı üzerinde inşa edilmiş bir motivasyon teorisidir. Bu teori, girdiler, ödüller ve karşılaştırma kavramları üzerine kurulmuştur ve bireyin, başka bireylere kıyasla kendine ne kadar adil davranıldığına dair duygularına odaklanır. Teoride girdiler, bireyin yaşı, zekası, eğitimi, becerileri, tecrübesi, çabası gibi sahip olduğu araçlardır. Ödüller, maaş, statü, yeterlilik duygusu, kişesel gelişim fırsatı, takdir, çalışma koşullarının iyileştirilmesi gibi konuları kapsar. Karşılaştırma, bir bireyin girdileri ve ödüllerini değerlendirirken kullandığı referans olarak tanımlanmaktadır. Bireyin elde ettiği ödüller ile, kendisi ile aynı pozisyondaki başka bir bireyin elde ettiği ödülleri kıyaslamasını ifade eder.(Disley, Hatton & Dagnan, 2009). Bireylerin girdileri, çıktıları ve karşılaştırmaları, algılarına bağlıdır. Girdileri ve ödülleri arasında bir denge sağlamak için güçlü bir şekilde motive olurlar. Eşitlik teorisi, bir birey bir eşitsizlik algılarsa, zihninde bir gerilim oluşacağını ve algılanan eşitsizliği azaltmak veya ortadan kaldırmak için motive olacağını belirtir (Dinibutun, 2012). Karşılaştırmalara bağlı olarak üç farklı durum ortaya çıkmaktadır. Birincisi, bireyin girdilerine oranla ödüllerinin, aynı pozisyondaki bireylerin elde ettiği ödüllerden daha az olduğunu düşünmesi durumudur.

Bu durumda bireyin iş doyumu ve motivasyonu olumsuz etkilenir ve bu durumdan kurtulabilmek için harekete geçer. İkincisi, bireyin girdilerine oranla ödüllerinin, aynı pozisyondaki bireylerin elde ettiği ödüllerden daha fazla olduğunu düşünmesi durumudur. Yine bu durumda da bir eşitsizlik söz konusudur, ancak bireyin lehinedir. Bu nedenle birinci durumdaki kadar olmasa da yine motivasyonu düşecektir. Üçüncü ve son durum ise şartların aynı olması durumudur. Burada bir eşitlik söz konusudur, birey yüksek bir doyum ve motivasyon ile davranışı sergilemeye devam edecektir. Teoride, bireyin eşitsizlik hissettiği birinci ve ikinci durumda sergileyebileceği davranışlar da belirtilmiştir. Buna göre, birey birinci durumda, çabasını ve çalışmasını azaltarak, ikinci durumda ise çabasını ve çalışmasını arttırarak adaletsizliği ortadan kaldırabileceğine inanabilir. Buna ek olarak, birinci durumda ödüllerin artmasını, ikinci durumda ödüllerin azaltılmasını isteyebilir. Ödüllerin yetersiz kalması durumunda ise çabasının ilgili davranış için yeterli veya gerekli olmadığına kendini inandırarak adaletsizlikten kaçınmaya çalışabilir (Turabik & Baskan, 2015).

2.3.3 Keller'in ARCS Modeli

Keller, insan motivasyonuna yönelik geliştirilen pek çok teori ve kavramı, bir uygulayıcı için basit, anlamlı bir model veya şema olarak sentezlemek ve motive edici bir öğretim süreci tasarlamak için sistematik bir yaklaşım geliştirmek amacıyla yapmış olduğu çalışmalar neticesinde ARCS modelini ortaya koymuştur. Keller (1987a) tarafından öğretim materyallerinin motivasyonel çekiciliğini arttırmak için bir yöntem olarak tanıtılan ARCS modeli, beklenti-değer teorisine dayanmaktadır. Modele göre, öğrenenler başarılı olacağına inanırsa ve öğrenme sürecini değerli görürse motive olmakta (Hodges, 2004) ve öğrenenlerin bir görevi tamamlama motivasyonları, başarılı olma konusunda olumlu beklentilerine ve ihtiyaçlarının ne ölçüde karşılandığına bağlıdır (Carter, 2016).

Keller (1979), öğrenen motivasyonunu arttırabilmek için öğretim sürecinin, öğrenenlerin meraklarını uyandıran ve devam ettiren, kişisel değerler ile ilgili ve istenilen hedeflere ulaşmaya yardımcı olacak şekilde algılanan, öğreneni başarılı olabileceğine inandıran ve sonuçları, öğrenenin istekleri ile tutarlı olan bir süreç şeklinde tasarlanması gerektiğini belirtmektedir. Öğretim sürecinin taşıması gereken bu dört özellik daha sonra Keller (1987a) tarafından birer anahtar kavram ile açıklanmıştır. Bunlar, dikkat (attention), uygunluk

(relevance), güven (confidence) ve doyum (satisfaction) olup model her bir kavramın İngilizcesinin ilk harflerinin birleşiminden oluşan ARCS ismini almıştır (Tablo 2.2).

Tablo 2.2.

ARCS Model Kategorileri, Tanımları ve Süreç Soruları (Keller, 2010)

Temel Kategoriler ve Tanımlar		Süreç Soruları
Dikkat (Attention)	-Öğrencilerin ilgisini çekmek; öğrenme merakını uyandırmak	-Bu öğrenme deneyimini nasıl uyarıcı ve ilgi çekici hale getirebilirim?
Uygunluk (Relevance)	-Olumlu bir tutumu etkilemek için öğrencinin kişisel ihtiyaçlarını/hedeflerini karşılamak	-Bu öğrenme deneyimi öğrencilerim için hangi açılardan değerli olacak?
Güven (Confidence)	-Öğrencilerin başaracaklarına inanmalarına/hissetmelerine ve başarılarını kontrol etmelerine yardımcı olmak	-Öğretim yoluyla öğrencilerin başarılı olmasına nasıl yardımcı olabilirim ve başarılarını kontrol etmelerine nasıl imkân verebilirim?
Doyum (Satisfaction)	-Başarıyı ödüllerle pekiştirmek (içsel ve dışsal)	-Öğrencilerin deneyimleri hakkında iyi hissetmelerine ve öğrenmeye devam etme isteklerine yardımcı olmak için ne yapabilirim?

Bu kategoriler, öğrenme motivasyonu bağlamında insan motivasyonunun ana boyutlarına ve dört kategorinin her birinde motivasyonu teşvik etmek ve sürdürmek için stratejilerin nasıl oluşturulacağına dair genel bir bakış sağlamaktadır (Keller, 2010). Her bir kategori çalışmanın takip eden kısmında alt stratejileri ile birlikte ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.3.3.1 Dikkat (Attention) Stratejisi

Keller (1987a)'e göre öğretim motivasyonunun birinci koşulu öğrenenlerin dikkatini çekmek ve devam ettirmektir. Başlangıç düzeyinde dikkat çekmek oldukça kolaydır. Dramatik bir ifade, keskin bir ses, sessiz bir duraklama ve diğer birçok araç kullanılabilir.

Gerçek zorluk dikkati devam ettirmek, eğitim süresi boyunca yeterli düzeyde tutabilmektir. Keller (1987b), dikkat stratejisini oluşturan üç alt bileşeni şu şekilde açıklamaktadır:

a) *Algısal uyarılma:* Bir tür meraklandırma işidir. Ortamdaki hemen hemen her ani ve beklenmedik değişiklik, öğrenenin dikkatini harekete geçirecektir. Şaşırtıcı bir bilgi, ses seviyesindeki değişiklik ve benzeri birçok durum bu işlem için yeterli olacaktır. Eğitmen, mizahı da dikkat çekmek için etkili bir şekilde kullanabilir. Ancak, insanlar bu tür durumlara oldukça hızlı adapte olduklarından bu olaylar genellikle geçici bir dikkat sağlayabilmektedir.

b) *Araştırmaya yönelik uyarılma:* Dikkati sürdürmek için sorgulama ile çözülebilecek bir problem durumu oluşturarak daha derin merak seviyesi için harekete geçmektir. Öğrenenlerin problem çözmeleri veya soru sormaları için teşvik edilmesidir.

c) *Değişkenlik:* Farklı öğretim öğeleri kullanarak dikkati sürdürmektir. Öğretim sürecinde, grup çalışmalar, yarışmalar ve benzeri öğeler dikkatin sürdürülmesinde etkili olacaktır.

2.3.3.2 Uygunluk (Relevance) Stratejisi

Dikkat ve merak, motivasyon için gerekli, ancak yeterli olmayan koşullardır. Öğretim sürecinin, öğrenenlerin hedefleriyle tutarlı, öğrenme stilleriyle uyumlu ve geçmiş deneyimleriyle bağlantılı olması önem arz etmektedir (Keller & Suzuki, 2004). Keller (1987b), uygunluk stratejisini oluşturan üç ana unsuru şöyle açıklamaktadır:

a) *Hedefe Yöneltme:* Öğrenenlerin, bilgi ve becerilerinin şu anda veya gelecekte bir hedefe ulaşmalarına yardımcı olup olmayacağını öğrenmesi, motivasyon için gereklidir. Öğretim sürecinin hedefleri, öğrenenlere bildirilmeli ve öğrenenlerin bu hedefler ile kendi istekleri arasındaki bağlantıyı açıklamaları istenmelidir.

b) Güdü uygunluğu: Öğretim sürecinin, öğrenenlerin güdülenme profillerine uygun olması gerekmektedir. Öğretim sürecinde kullanılan öğelerin öğrenciler tarafından istenir olması, ilginin artmasına yardımcı olacaktır.

c) Yakınlık: Öğretim sürecinde kullanılan öğeler, öğrenenlerin daha önceden var olan birikimlerine ve ilgi alanlarına yakın olmalıdır. Öğretim sürecinin, öğrenenin aşina olduğu ortamlardan somut örnekler içermesi ilginin artmasına yardımcı olacaktır.

2.3.3.3 Güven (Confidence) Stratejisi

Öğretmenlerin motivasyon oluşturma veya sürdürme konusundaki zorluklarından biri de güven gelişimini teşvik etmektir. Güven, öğrenenlerin başarı için olumlu beklentiler oluşturmalarına ve başarılarının, şansa veya görevin çok kolay ya da zor olmasına değil, kendi yeteneklerine ve çabalarına bağlı olduğuna inanmalarına yardımcı olmaktır (Keller & Suzuki, 2004). Öğrenme motivasyonu, öğrenenler bir öğrenme görevinde başarılı olabileceklerine inandıklarında (güvendiklerinde) desteklenebilir. Öğrenen, içeriği bildiğine inanıyorsa ve öğretilene dikkat etmiyorsa çok fazla güven, öğretim sürecinin beklentilerini tamamlayabileceğine inanmıyor ve yeterli özgüvene sahip değilse çok az güven durumu söz konusudur. Çok fazla güven veya çok az güven, öğrenen motivasyonunu olumsuz etkileyen faktörlerdir (Keller, 2010). Keller (1987b), güven stratejisini oluşturan üç ana unsuru şöyle açıklamaktadır:

a) *Öğrenme gereksinimleri:* Öğrenenlerin kendilerinden ne beklendiğini bilmelerini sağlamak, güven aşılamanın en basit yollarından biridir. Öğrenenlerin, öğretim süreci için gerekli yetenek ve ön koşullara sahip olmaları durumunda, performans gereksinimleri ve değerlendirme kriterleri net ise başarı beklentileri çok daha yüksek olacaktır.

b) *Başarı fırsatları:* Başarı için beklenti oluşturduktan sonra, öğrenenlerin anlamlı görevlerde gerçekten başarılı olmaları önemlidir. Bu nedenle, öğretim sürecinde öğrenenlere, bilgi ve becerilerini kullanarak başarılı olabilmeleri için uygun imkân ve olanaklar sağlanmalıdır.

c) *Kişisel kontrol:* Öğrenenler, öğrenme ortamı üzerinde kontrole sahip olmaktan hoşlanır ve bu kontrolün yanı sıra ilerlemeleri hakkında yapıcı geri bildirim almak isterler. Deneyimsel öğrenme etkinlikleri ve problem çözme gerektiren diğer yöntemler, öğrenene, başarılı olmak için kişisel kontrol gereken durumlar sağlar. Ayrıca, çaba sarf eden öğrenene, bu çaba ve yeteneklerini destekleyici, hatalarının nedenlerini görmelerine ve düzeltici önlemler almalarına yardımcı dönüt verilmesi, güvenlerini artırmalarını sağlayacaktır.

2.3.3.4 Doyum (Satisfaction) Stratejisi

Motivasyon sürecindeki son adım, doyumdur. Doyum, öğrenenlerin çabalarının sonuçlarının, beklenen sonuçlar ile tutarlı olması anlamına gelir. Bu, öğrenenlerin öğrendiklerinden tatmin olmalarına ve motivasyonlarının artmasına yardımcı olacaktır. Öğrenenler, öğretim sürecinin gerektirdiği çalışma miktarının uygun olduğunu, hedefler ile içerik ve değerlendirme arasında iç tutarlılık olduğunu ve değerlendirme sırasında yansızlık olduğunu hissetmelidir (Keller & Suzuki, 2004). Doyum, öğrenenlerin öğretim deneyi hakkında olumlu duygulara sahip olmaları ve öğrenme motivasyonlarının artması için gereklidir (Keller, 2008). Keller (1987b), doyum stratejisini oluşturan üç ana unsuru şöyle açıklamaktadır:

a) *Doğal sonuçlar:* Performans odaklı öğretimin en ödüllendirici sonuçlarından biri, yeni edinilen beceri veya bilgileri kullanmaktır. Eğer dersin ilgi düzeyi önceden belirlenmişse ve öğrencinin uygulama fırsatları varsa, o zaman öğrencinin içsel motivasyonu yüksek olacak ve dışsal ödüller için daha az gereklilik olacaktır.

b) *Olumlu sonuçlar:* Öğreneni istenilen davranışa teşvik etmek, davranışını şekillendirmek ve sürdürmek için, ödüller, parasal ikramiyeler, sertifikalar gibi dışsal ödüller ve olumlu geri bildirimler kullanılarak motivasyonlarının artmasını sağlamaktır.

c) *Eşitlik*-Adalet: Öğrenme sürecinde, öğrenenlerin performanslarının değerlendirilmesi işleminin tutarlı ve adil bir şekilde yürütülmesidir. Öğrenenler, performanslarını ve başarılarını diğer sınıf arkadaşlarıyla karşılaştırma eğilimindedir ve bu nedenle, notlar ve geri bildirimler, memnuniyetin olumsuz etkilenmemesi için adil ve hakkaniyetli olarak algılanmalıdır.

2.4 İlgili Araştırmalar

Bu bölümde orantısal akıl yürütme becerisi ve gerçekçi matematik eğitimi ile ilgili araştırmalar, araştırma soruları çerçevesinde ele alınmıştır.

2.4.1 Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Araştırmalar

İlgili alanyazın incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmaların çoğunlukla katılımcıların mevcut orantısal akıl yürütme seviyelerinin tespiti ve bu becerinin kazandırılmasında yaşanılan zorluklar ile ilgili olduğu görülmektedir (Allain, 2000; Atabaş & Öner, 2016; Avcu & Doğan, 2014; Bart, Post, Behr & Lesh 1994; Ben-Chaim vd. 1998; Cansız Aktaş, 2022; Cramer & Post, 1993; Çelik, 2010; Duatepe v.d., 2005; Kahraman, Kul & İskenderoğlu, 2019; Karlı & Yıldız, 2022; Langrall & Swafford, 2000; Pakmak, 2014; Sharp, 2014; Tournaire & Pulos, 1985). Bununla birlikte nispeten daha az da olsa orantısal akıl yürütme becerisinin geliştirilmesinde etkili olabilecek öğretim süreci tasarlamaya ve etkisini incelemeye yönelik deneysel araştırmalar da gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar ise katılımcılarına göre farklılık göstermektedir. Araştırmaların bir kısmı lisans düzeyi (Benson; 2009; Pişkin Tunç, 2016), bir kısmı lise düzeyi (Knox, 2017; Öz, 2020) ve büyük bir çoğunluğunun ortaokul düzeyindeki öğrenciler ile gerçekleştirildiği görülmektedir (Ayan Civak, 2020; Blessing, 2015; Çetiner, 2022; Gündoğdu, 2021; Gürler Karakoca, 2019; Khasawneh v.d., 2022; Küpcü, 2008; Puglia, 2016; Vizcaino, 2020; Wright, 2011). Alanyazın taraması ile ulaşılan bu araştırmalar aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Cramer ve Post (1993) orantısal akıl yürütme gerektiren problem türlerini ve öğrencilerin bu problem türlerinin çözümünde kullandıkları stratejileri belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. 7. ve 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada bilinmeyen değer, sayısal karşılaştırma, nitel tahmin ve nicel karşılaştırma olmak üzere dört farklı problem tipi kullanılmıştır. Problemler hız, karışım, yoğunluk ve ölçeklendirme bağlamlarında hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin en çok ölçeklendirme problem türlerinde zorlandıkları, bilinmeyen değer ve sayısal karşılaştırma problemlerinde başarı oranlarının diğer problem türlerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin problemlere verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve birim oran, değişim çarpanı, denk kesir ve içler-dışlar çarpımı algoritması stratejisi olmak üzere dört farklı strateji kullandıkları görülmüştür. 7.sınıf öğrencilerinin en çok birim oran, 8.sınıf öğrencilerinin ise en çok içler-dışlar algoritması stratejisini kullandıkları ve 7.sınıf öğrencilerinin, 8.sınıf öğrencilerine oranla daha başarılı oldukları belirlenmiştir.

Langrall ve Swafford (2000) farklı sınıf düzeyinde eğitim gören (5-8.sınıf) öğrencilerin oran ve orantı içeren problem türlerinde kullandıkları stratejileri belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda orantısal akıl yürütme ile ilgili, düzey 0 (orantısal

akıl yürütmenin olmaması), düzey 1(Orantısal durumlar hakkında informal akıl yürütme), düzey 2 (Orantılı durumlar hakkında niceliksel akıl yürütme) ve düzey 3 (orantılı durumlar hakkında formal akıl yürütme) olmak üzere birbirini tamamlayan dört farklı strateji düzeyi belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaya katılan öğrencilerin hiçbirinin 3.düzeye ulaşamadığı tespit edilmiştir.

Allain (2000) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ortaokul öğrencileri için bir orantısal akıl yürütme ölçeği geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında alanyazında yer alan eksik değer, karşılaştırma, karışım, parça-bütün, grafik ve ölçek problem türlerinde 10 adet açık uçlu maddeden oluşan bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Araştırmaya ortaokul altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinde eğitim gören 70 kız öğrenci katılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ilgili ölçme aracının, orantılı akıl yürütmeyi ölçmek için geçerli ve güvenilir bir test aracı olduğunu göstermiştir.

Duatepe v.d. (2005) ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren problemlerde kullandıkları çözüm stratejilerini ve bu stratejilerin soru türlerine göre nasıl değiştiğini incelemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmiştir. 295 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada verilerin analiz edilmesi sonucunda öğrencilerin bilinmeyen değer problemlerinde en çok içler dışlar çarpımı stratejisini, niceliksel karşılaştırma problemlerinde en çok birim oran stratejisini ve ters orantı problemlerinde en çok ters orantı stratejisini kullandıkları, niteliksel karşılaştırma problemlerinde ise belirli bir strateji kullanmadıkları belirlenmiştir.

Akkuş ve Duatepe Paksu (2006) orantısal akıl yürütme becerisini ölçmeye yönelik bir ölçme aracı ve bu ölçme aracını değerlendirmeye yönelik dereceli puanlama anahtarı geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen ölçme aracına yönelik, yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinde 304 öğrenciden toplanan verilerin analiz edilmesi sonucunda, aracın Cronbach alpha güvenirlik katsayısı .86 buluşmuş olup maddelerin ayırıcılık indekslerinin .50 ile .71 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Ünsal (2009), genel matematik başarısı ve matematiğe karşı tutum ile orantısal akıl yürütme becerisi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bir tarama araştırması gerçekleştirmiştir. Araştırmanın örneklemi bir ildeki 8 farklı okulda eğitime devam eden 180 erkek, 171 kız öğrenciden oluşmaktadır. Orantısal akıl yürütme testi ve tutum anketi ile toplanan verilerin analiz edilmesi ile hem erkek hem de kız öğrencilerin, genel matematik başarıları ile orantısal akıl yürütme becerileri arasında pozitif yönlü yüksek bir ilişkinin olduğu, kaygı ve

sıkıntı duyma gibi olumsuz tutumlar ile orantısal akıl yürütme becerileri arasında ise negatif yönlü ve orta düzeyde bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Çelik (2010), orantısal akıl yürütme becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bir ilişkisel tarama araştırması gerçekleştirmiştir. Araştırmaya yedi devlet okulundan 204 yedinci sınıf, 188 sekizinci sınıf seviyesinde 392 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların 218 tanesi kız, 174 tanesi ise erkek öğrencidir. Orantısal akıl yürütme testi ve oran-orantı problem kurma testi ile toplanan verilerin sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri bakımından yeterli olmadıkları tespit edilmiş olup orantısal akıl yürütme becerisi ile problem kurma becerisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Sharp (2014), lisans öğrencilerinin orantısal akıl yürütme deneyimlerinin incelemek amacıyla bir fenomenolojik araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma için üç düşük başarılı, üç yüksek başarılı öğrenci belirlenmiş ve bu öğrencilerin orantısal akıl yürütme deneyimleri ve çözüm stratejileri verilen eksik değer problemleri aracılığıyla incelenmiştir. Araştırma sonucunda orantısal akıl yürütme için dört farklı bileşenden oluşan bir model geliştirilmiştir. Bu bileşenler; deneyim, temsil, uygun bir oranı oluşturma, yineleme veya bölme ve stratejilerdir. Öğrencilerin çözüm için kullandığı stratejiler; tahmin etme, bir görsel kullanarak veya oluşturarak uygun bir oran bulma, tekrarlama ve ya bölümleme yoluyla eşdeğer oran oluşturma, ilişkilendirme olarak belirlenmiştir. Teknolojik materyallerin öğrencilerin orantılı iki varlığı içeren durumlarla ilgili deneyimlerini nasıl şekillendireceğinin araştırılması önerilmiştir.

Pakmak (2014), öğrencilerin niceliksel ve niteliksel akıl yürütme problemlerinde kullandıkları stratejileri belirlemek ve bu stratejilerin öğrenciler tarafından nasıl kullanıldığını incelemek amacıyla bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet okulunda eğitim gören altıncı sınıf seviyesindeki 13'ü kız, 7'si erkek 20 öğrenci oluşturmaktadır. Orantısal akıl yürütme testi ve araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formu kullanılarak toplanan verilerin analiz edilmesi ile öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı ve bununla birlikte problemlerin çözümünde 8 farklı strateji kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca nitel orantısal akıl yürütme problemlerinde en sık kullanılan stratejinin ters orantı algoritması, nicel akıl yürütme problemlerinde en sık kullanılan stratejinin ise birim oran stratejisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Avcu ve Doğan (2014) 7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren problem durumlarında kullandıkları stratejileri belirlemek amacıyla bir betimsel tarama araştırması gerçekleştirmiştir. İki farklı devlet okulundan 288 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacıların geliştirmiş olduğu orantısal akıl yürütme testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren problem durumlarında sekiz farklı strateji kullandıkları belirlenmiştir. En yaygın kullanılan stratejilerin içler-dışlar çarpımı algoritması ve değişim çarpanı stratejisi olduğu tespit edilmiştir.

Atabaş ve Öner (2016) ortaokul öğrencilerinin orantısal olan ve olmayan durumları ayırt edip edemediklerini, orantısal olan veya olmayan problem durumlarında tam sayı ve tamsayı olmayan oranların kullanımının öğrencilerin çözüm stratejilerini etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. 5. ve 6. sınıf seviyesindeki 221 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada veriler araştırmacı tarafından geliştirilen veri toplama aracı ile toplanmıştır. Verilerin analiz edilmesi sonucunda, öğrencilerin orantısal olmayan problemlerde de orantısal çözüm yöntemlerini tercih ettikleri ve hatalı stratejileri kullanmalarının, problemlerde tamsayılı veya tamsayılı olmayan oranların kullanılmasından önemli ölçüde etkilenmediği belirlenmiştir.

Kahraman v.d. (2019), 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin niceliksel orantısal akıl yürütme problemlerinde kullandıkları stratejileri belirlemek amacıyla betimsel nitelikli durum çalışması gerçekleştirmiştir. 28 7.sınıf ve 28 8. Sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada veriler orantısal akıl yürütme testi ile toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda 8.sınıf öğrencilerinin 7.sınıf öğrencilerine göre daha çeşitli stratejiler üretebildikleri, en çok kullandıkları stratejinin içler-dışlar çarpımı algoritması olduğu belirlenmiş, orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştirilebilmesi için farklı problem türlerine daha fazla yer verilmesi önerilmiştir.

Cansız Aktaş (2022) farklı eğitim kademelerindeki (7-12.sınıf) öğrencilerin orantılı ve orantısız problemleri çözmek için kullandıkları stratejileri belirlemek amacıyla kesitsel bir araştırma gerçekleştirmiştir. 49'u ortaokul ve 130'u lise kademesindeki 179 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilen, bilinmeyen değer, niceliksel karşılaştırma, nitel muhakeme ve orantısız durum problem türlerinin her birinden iki adet problem içeren ölçme aracı ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda 7. 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin orantısız durum problemleri ve toplamsal ilişki içeren durum problemlerinde

çarpımsal düşünme kullanarak diğer sınıf düzeylerine göre daha fazla yanlış yorumlama yaptıkları belirlenmiştir.

Karlı ve Yıldız (2022) 7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren problemlerin çözümlerinde geliştirdikleri hatalı stratejileri belirlemek amacıyla bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. 33 7.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada veriler orantısal akıl yürütme beceri testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Verilerin analiz edilmesi sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren problemlerin çözümünde, toplamsal ilişkiler, veri ihmali, sayıları kullanıp içerik kullanmama, duygusal cevap verme ve orantısız durumları tespit edememe olmak üzere beş farklı hatalı strateji geliştirdikleri, orantısız durumları tespit etmekte zorlandıkları ve çarpımsal ilişkiler gerektiren durumlarda toplamsal ilişki kurdukları belirlenmiştir.

Benson (2009), öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerini farklı problem türleri ile çalışmanın, öğretmenin orantısal akıl yürütme anlayışına ve öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerini değerlendirmesine etkisini betimlemek amacıyla bir nitel çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın katılımcıları bir devlet okulunda aktif görevde olan iki yedinci sınıf matemateik öğretmeni ve dört sekizinci sınıf matematik öğretmeninden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda katılımcıların, öğrenciler ile aynı stratejileri kullanabildiklerini belirlemiş ve ilgili stratejileri daha farklı problemlere genişletebilecekleri öngörülmüştür.

Wright (2011), öğrencilerin çarpımsal düşünme ve orantısal akıl yürütme becerilerini nasıl geliştirdiklerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. 11-13 yaşlarındaki altı öğrencinin bir yıl boyunca gelişimlerinin incelendiği çalışmada, ders öğretmeni ve araştırmacı her öğretim haftası için, tüm sınıf etkinlikleri, kitap referansları, powerpoint sunumları ve az sayıda video klip içeren öğretim planları geliştirmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin aynı kavramların uygulamalarını içeren problemleri çözdükçe önemli gelişimler kaydettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, farklı bağlamsal durumlardaki ilişkileri fark etmenin herhangi bir kavramı uygulama konusunda uzman olmak için gerektiği belirlenmiştir.

Pişkin Tunç (2016), ortaokul matematik öğretmen adaylarının, orantısal akıl yürütmeye yönelik uygulamaya dayalı bir öğretim modülüne katılımlarından önceki ve sonraki orantısal akıl yürütme becerilerini incelemek amacıyla bir çoklu durum çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırmanın örneklemi bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programına kayıtlı 3 öğretmen adayından oluşmaktadır. Orantısal akıl yürütme beceri ölçeği,

yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemler aracılığıyla toplanan verilerin analizi sonucunda öğretim modülü sonrasında öğretmen adaylarının çoğunlukla çarpımsal ilişkilerin kullanıldığı stratejileri kullanmayı tercih ettiği ve bu stratejileri anlamlandırabildikleri, çoklukların arasında toplamsal, çarpımsal veya başka ilişkilerin olup olmadığını belirleyebildikleri tespit edilmiştir.

Knox, L. B. (2017), Cebir dersi bağlamında öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştirilip geliştirilemeyeceğini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmanın katılımcıları, araştırmacının dersine kayıtlı 95 öğrenciden oluşmaktadır. Ünite öncesi ve sonrası uygulanan orantısal akıl yürütme tanısal değerlendirmesi, ünite öncesi ve sonrası uygulanan orantısal akıl yürütme belirleme ve görevleri, ders kayıtları ve ünite için müfredat görevlerinden elde edilen verilerin analizi sonucunda tüm öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin cebir dersi bağlamında geliştirilebileceğine ulaşılmıştır.

Öz (2020) ortaöğretim öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin bireysel uygulanan bir öğretim deneyi kapsamında nasıl değiştiğini incelemek amacıyla nitel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmacı tarafından bir sistematik düzene göre hazırlanmış bir dizi seanstan oluşan öğretim sürecine dahil edilen 10.sınıf seviyesindeki dört katılımcıdan elde edilen verilerin analizi ile öğretim deneyinin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın öneriler kısmında teknoloji destekli doğal bir sınıf ortamında öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin nasıl geliştiğinin incelenmesi önerilmiştir.

Küpcü (2008), etkinlik temelli öğretimin orantısal akıl yürütme gerektiren kelime problemlerin çözümünde ilköğretim öğrencilerinin problem çözme başarılarına etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Öntest-sontest kontrol gruplu deneme modeline göre gerçekleştirilen araştırmanın örneklemi bir devlet okulunun yedinci ve sekizinci sınıfında eğitime devam eden 65 kız, 69 erkek öğrenciden oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından etkinlik temelli öğretim materyalleri geliştirilmiş, deney gruplarında problem çözme öğretimi bu materyaller aracılığı ile kontrol gruplarında ise geleneksel öğretim ile gerçekleştirilmiştir. Problem çözme başarı testleri ve orantısal akıl yürütme becerileri testi vasıtasıyla toplanan verilerin analizi sonucunda deney grubu öğrencilerinin orantı, yüzde ve üçgenlerde benzerlik problemlerinde kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduklarına ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bilinmeyen değer problem türlerinde

daha çok içler dışlar çarpımı stratejisini ve nitel karşılaştırma problem türlerinde ise daha çok birim oran stratejisini tercih ettiği belirlenmiştir.

Blessing (2015), sanal manipülatif kullanımının altıncı sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisinin olup olmadığını, cinsiyete göre farklılık olup olmadığını ve süreçte fare veya dokunmatik ekran kullanımının etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmacı tarafından düşünme blokları ve sayı parçaları adında iki sanal manipülatif geliştirilmiş ve sürece dahil edilmiştir. Araştırma, altıncı sınıf düzeyinde 56 katılımcı ile gerçekleştirilmiş olup içlerinden belirlenen 6 öğrenciden oluşan bir grup ayrıca gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda sanal manipülatif kullanan öğrencilerin, kullanmayanlara göre son testte daha fazla kazanım elde ettikleri, ancak bu kazanımların istatistiksel olarak anlamlılık göstermediği, katılımcıların performansında cinsiyet ve fare veya dokunmatik ekran kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Puglia (2016), robotik zorluklar ile donatılmış bir öğretim ortamının, öğrencilerin motivasyonuna ve orantısal akıl yürütme becerilerine etkisini araştırmak amacıyla karma yöntemli bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmaya bir devlet okulunda eğitim gören 29 altıncı sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler süreç boyunca Lego Ev3 robotunu kullanmış, geliştirmiş, programlamış ve ölçüm ve orantılı akıl yürütme becerileri içeren çeşitli yapılandırmacı zorluklar ile mücadele etmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme değişim puanlarında ve içsel motivasyon puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir.

Gürler Karakoca (2019), varsayıma dayalı öğrenme rotası ile gerçekçi matematik eğitimine dayalı desenlenen bir öğretim sürecinde ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini incelemek amacıyla nitel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bir devlet okulunda öğrenim gören 39 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen araştırmada veriler video kayıtları, araştırmacı günlüğü ve öğrenci çalışma kağıtları ile toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme sorularına ilişkin başarı düzeylerinin, öğretim deneyi öncesine göre yükseldiği belirlenmiştir.

Vizcaino (2020), Latin kökenli ortaokul öğrencilerinin orantılı akıl yürütme görevlerindeki stratejik yeterliliğini geliştirmek amacıyla manipülatifler, temsiller ve söylemler içeren sosyal yapılandırmacı öğretimin etkisini incelemiştir. Araştımanın örneklemi, dört matematik sınıfından 72 altıncı sınıf Latin öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma boyunca

katılımcılara, orantısal akıl yürütme kavram anlayışlarını ve stratejik yeterliliklerini geliştirmek için somut manipülatifler, çoklu temsiller ve anlam tartışmaları içeren gerçek dünya problemleri sunulmuştur. Araştırma sonunda, sosyal yapılandırmacı deneyimlerin, katılımcıların orantısal akıl yürütme stratejik yeterliliklerine önemli ölçüde olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların bölümleme (partitioning) ve tam sayı olmayan nicelik içeren orantısal akıl yürütme görevlerindeki performanslarında önemli bir etki gözlemlenmiştir.

Ayan Civak (2020), yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimi için bir varsayıma dayalı öğrenme rotası ve ilgili etkinlik dizisinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, öğrencilerin akıl yürütmelerinin gerçekçi matematik eğitimi perspektifi doğrultusunda formel araçlarla akıl yürütmeye gelişiminin açıklanması ve öğrencilerin orantısal akıl yürütmeye yönelik fikir ve kavramlarının ortaya konulması amacıyla bir tasarı tabanlı araştırma gerçekleştirmiştir. Sınıf içi uygulamanın video kayıtlarının analizi sonucunda geliştirilen etkinlik dizisinin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesinde önemli derecede potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Gündoğdu (2021), 7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin FETEMM etkinlikleri ile gelişimini incelemek amacıyla nitel bir çalışma gerçekleştirmiştir. 7.sınıf seviyesinde sekiz öğrenci ile gerçekleştirilen araştırma yedi hafta sürmüş ve araştırmacı tarafından geliştirilen FETEMM etkinlikleri her hafta bir etkinlik olmak üzere uygulanmıştır. Orantısal akıl yürütme testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla elde edilen verilerin analizi sonucunda FETEMM etkinlikleri uygulandıktan sonra öğrencilerin orantılı ilişkiler içeren soruların çözümünde çarpımsal ilişkileri ön plana alan stratejileri kullandıkları ve doğru cevap sayılarının arttığı belirlenmiştir.

Çetiner (2022) kavram karikatürlerinin 7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri üzerine etkisini incelemek amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. Oran-orantı konusu kazanımlarına göre tasarlanan kavram karikatürleri ile zenginleştirilen öğrenme ortamında, 7.sınıf seviyesinde 64 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada veriler orantısal akıl yürütme ölçeği ve görüşmeler ile elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişmesinde kavram karikatürleri ile zenginleştirilen ders ortamının, ders kitaplarına bağlı gerçekleştirilen derslere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre, öğrencilerin kavram karikatürleri ile ders işlenmesinden hoşlandıkları ve

kavram karikatürlerinin matematiğe yönelik ön yargılarının kalkmasında etki olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın öneriler kısmında, karikatürlerin bilgisayar ortamında hareketli hale getirilerek derslerde kullanımı tavsiye edilmiştir.

Khasawneh v.d. (2022), matematiksel hata analizine dayalı öğrenmenin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla bir deneysel araştırma gerçekleştirmiştir. 45 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen araştırmada veriler orantısal akıl yürütme testi ve görüşme yoluyla elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, hata analizine dayalı öğrenmenin, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri gelişimine önemli derecede fayda sağladığı belirlenmiştir. Araştırmanın öneriler kısmında, matematik öğretmenlerine; öğrencilerin matematiksel hatalarına izin veren bir eğitsel öğrenme ortamı oluşturmaları, müfredat geliştiricilere; doğru ve hatalı çözümler içeren etkinlikler oluşturmaları ve öğrencileri hatanın kaynağını keşfetmeye ve hatayı yorumlamaya teşvik etmeleri önerilmiştir.

2.4.2 Gerçekçi Matematik Eğitimi İle İlgili Araştırmalar

İlgili alanyazın incelendiğinde, GME yaklaşımına yönelik geliştirilen çalışmaların özel olarak ele aldığı değişkenler ve katılımcılarına göre farklılaştığı görülmektedir. İlgili araştırmaların büyük çoğunluğu GME yaklaşımının akademik başarıya etkisini incelediği görülmektedir (Akış, 2022; Arseven, 2010; Ay, 2022; Cansız, 2016; Işık, 2019; Kaylak, 2014; Özdemir, 2008; Topçu, 2021; Üzel, 2007). Buna ek olarak GME yaklaşımının matematik dersine yönelik tutuma (Akış, 2022; Arseven, 2010; Işık, 2019; Kaylak, 2014; Topçu, 2021), problem çözme becerisine (Arseven, 2010; Hasibuan, Saragih & Amry, 2019), motivasyona (Ay, 2022; Putri & Siyahputra, 2019), kalıcılığa (Ay, 2022; Topçu, 2021), yaratıcı düşünme becerisine (Cansız, 2016), üstbilişsel becerilere (Akış; 2022), grafik çizim becerisine (Widjaja & Heck, 2003) ve tahmin stratejilerine (Ayvalı, 2013) etkisi de araştırılmıştır.

GME yaklaşımına dair araştırmalarda farklılaşan bir başka husus ise araştırmaların gerçekleştirildiği katılımcılardır. Araştırmaların bir kısmı lise düzeyi (Cansız, 2016; Işık, 2019; Putri & Siyahputra, 2019; Topçu, 2021), bir kısmı ilkokul düzeyi (Akış, 2022; Uça, 2014) ve büyük bir çoğunluğu ortaokul düzeyi (Arseven, 2010; Ay, 2022; Ayvalı, 2013; Hasibuan v.d., 2019; Kaylak, 2014; Laurens, Batlolona, Batlolona & Leasa, 2017; Özdemir,

2008; Üzel, 2007; Widjaja & Heck, 2003) öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Alanyazın taraması ile ulaşılan bu araştırmalar kronolojik sıra ile aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Fauzan (2002), GME yaklaşımı ile geliştirilen öğretim programının etkisini araştırmak için bir geliştirme araştırması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, öğrenme ve öğretme sürecinde GME yaklaşımının, geleneksel geometri öğretimine göre daha olumlu bir etkisi olduğu, çalışmaya katılan öğrencilerin ise GME yaklaşımına karşı olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Widjaja ve Heck (2003), bilgi teknolojileri destekli GME yaklaşımına dayalı derslerin öğrencilerin grafik çizme becerileri üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. 13 ve 14 yaşlarında 23 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, bilimde grafik testi ve gözlemler ile toplanan verilerin analizi sonucunda, bilgi teknolojileri destekli GME yaklaşımına dayalı öğretimin, öğrencilerin grafik çizme becerilerine olumlu bir etki yaptığı belirlenmiştir.

Üzel (2007), matematik dersi kapsamında "birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler ve eşitsizlikler" ünitesi öğretiminde GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarısına etkisini belirlemek amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. 7.sınıf seviyesindeki 73 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, matematik başarı testi, tutum ölçeği ve düşünce anketi kullanılarak toplanan verilerin analizi sonucunda, GME destekli matematik öğretiminin, geleneksel yöntemle yapılan öğretimden daha etkili olduğu ve öğrenci tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği belirlenmiştir.

Özdemir (2008), matematik dersi kapsamında "Yüzey ölçüleri ve hacimler" ünitesi öğretiminde GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarısına etkisini belirlemek amacıyla bir karma yöntem araştırması gerçekleştirmiştir. 8.sınıf seviyesinde 74 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada matematik başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve yapılandırılmış değerlendirme formu ile toplanan verilerin analizi sonucunda GME'ne dayalı matematik öğretiminin, geleneksel yöntemle yapılan öğretimden daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Arseven (2010), gerçekçi matematik öğretimine göre düzenlenen öğretim etkinliklerinin öğrencilerin matematik ders başarısı, problem çözme becerisi ve matematiğe olan tutumları üzerindeki etkisini belirlemek ve gerçekçi matematik öğretimine göre hazırlanan öğretim etkinliklerinin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin görüş ve önerilerini saptamak amacıyla bir karma yöntem çalışması gerçekleştirmiştir. 5.sınıf seviyesindeki 76 öğrenci ile

gerçekleştirilen çalışmada veriler başarı testi, matematik dersine ilişkin tutum ölçeği, problem çözme testi, ve öğrenci görüşme formu ile toplanan verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımının, MEB öğretim klavuzuna dayalı gerçekleştirilen öğretime göre öğrenci başarısı üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Ayvalı (2013), GME yaklaşımının, öğrencilerin kesirlerle yapılan hesapsal tahmin stratejileri kullanımdaki değişimlerine etkisini araştırmak amacıyla bir karma yöntem araştırması gerçekleştirmiştir. 6.sınıf seviyesindeki 95 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada kesir problemleri testleri, tahmin testleri ve öğrenci görüş formu ile toplanan verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımıyla yapılan öğretimin geleneksel öğretime göre, kesirlerle yapılan işlemlerde hesapsal tahmin stratejileri kullanma konusunda daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Uça (2014), GME yaklaşımının öğrencilerin ondalık kesirleri anlamlandırma sürecine etkisini belirlemek amacıyla bir tasarı araştırması gerçekleştirmiştir. İlkokul 4.sınıf seviyesindeki 17 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada veriler, klinik görüşme soruları, öğrenci notları, araştırmacı notları ve video kayıtları ile toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin GME temel ilkeleri doğrultusunda geliştirilen kütleleri tartma etkinlikleri aracılığıyla yaptıkları ölçme işlemleri ile parçadan bütüne ulaşabildikleri, ondalık kesirleri sezgisel olarak okuyabildikleri, parça ile bütün arasında ilişki kurabildikleri, tam sayı kesirlerin okunuşlarında yola çıkarak ondalık kesirlerin okunuşlarını ifade ettikleri, tam sayılı kesir bağlantısından yola çıkılarak tam sayılı ondalık kesirleri anlamlandırdıkları ve kesir ve ondalık kesir bağlantılarından yola çıkılarak ondalık kesir bilgisine ulaşabildiklerine ilişkin bir yol izledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Kaylak (2014), GME yaklaşımına dayalı ders etkinliklerinin dörtgenlerin alanlarını bulma konusunda, öğrencilerin akademik başarı ve matematik dersine yönelik tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla bir deneme çalışması gerçekleştirmiştir. 7.sınıf seviyesindeki 55 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, başarı tesit ve tutum ölçeği ile toplanan verilerin analizi sonucunda GME yaklaşımının öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediği, ancak matematik dersine yönelik tutumlarına herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Cansız (2016), GME yaklaşımının ortaöğretim 12.sınıf öğrencilerinin matematik başarısına ve yaratıcı düşünme becerisine etkisini araştırmak amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. 40 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada matematik dersi Türev ve uygulamaları konusu 16 hafta boyunca GME yaklaşımıyla işlenmiştir. Çalışmada yaratıcı

düşünme testi, türev başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu, GME ortamı gözlem formu ve video kayıtları ile toplanan verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımının, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği ancak türev konusu özelinde matematik başarısına etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin büyük çoğunluğunun GME yaklaşımının matematik dersinde kullanılmasının faydalı olacağı yönünde görüş bildirdikleri belirtilmiştir.

Laurens v.d. (2017), geometi öğretimine yönelik GME yaklaşıma dayalı öğretim sürecinin, öğrencilerin bilişsel başarılarına etkisini belirlemek amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. Ortaokul seviyesindeki 50 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışma için araştırmacılar tarafından GME yaklaşımına dayalı bir öğretim materyali geliştirilmiş ve öğretim sürecinde kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen bilişsel başarı testi ile elde edilen verilerin analizi sonucunda GME dayalı öğretim sürecine katılan öğrencilerin, geleneksel öğretime devam eden öğrencilere göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Putri ve Syahputra (2019), GME yaklaşımına dayalı öğrenme araçlarının öğrencilerin matematik uzamsal yeteneği ve motivasyonuna etkisini belirlemek amacıyla bir geliştirme araştırması gerçekleştirmiştir. 9.sınıf seviyesinde 61 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada matematiksel uzamsal yetenek testi ve anket ile toplanan verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen öğrenme araçlarının, öğrencilerin matematiksel uzamsal yeteneğini ve motivasyonunu arttırdığı belirlenmiştir.

Hassibuan v.d. (2019), GME yaklaşımına dayalı öğrenme materyallerinin öğrencilerin problem çözme becerileri ve kendi kendilerine öğrenmelerine etkisini belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. 7.sınıf seviyesindeki 26 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, problem çözme beceri testi ve bağımsız öğrenme anketi ile toplanan verilerin analizi sonucunda, geliştirilen materyallerin öğrencilerin problem çözme becerileri ve kendi kendine öğrenmelerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Çalışmanın öneriler kısmında araştırmacılar, matematik öğretmenlerine, matematiksel öğrenmeyi kolaylaştırmak için derslerinde GME yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen materyallerin kullanılmasını önermişlerdir.

Işık (2019), matematik öğretiminde "Diziler" konusunun, GME yaklaşımına dayalı etkinlikler ile öğretiminin öğrenci başarısına ve matematiğe karşı tutumuna etkisini incelemek amacıyla etkisini belirlemek amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. 11.sınıf seviyesindeki 50 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, başarı testi, tutum ölçeği ve

düşünce anketi ile elde edilen verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımına dayalı etkinlikler ile gerçekleştirilen öğretim sürecinin, mevcut öğretim programına dayalı öğretim sürecine kıyasla öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına olumlu yönde daha fazla etki yaptığı belirlenmiştir.

Topçu (2021), GME yaklaşımının öğrencilerin "denklem ve eşitsizlikler" konusundaki başarısına, bilgilerin kalıcılığına ve matematik dersine yönelik tutumlarına etkisini belirlemek için bir yarı deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. 9.sınıf seviyesindeki 73 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, denklem ve eşitsizlikler başarı testi, matematik dersine yönelik tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanan verilerin analizi sonucunda, GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen eğitimin, mevcut öğretim programına göre yapılan eğitime kıyasla, öğrencilerin akademik başarılarını ve kalıcılığını arttırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin GME yaklaşımına yönelik düşüncelerinin de olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Akış (2022), üstbilişsel stratejilerle desteklenen GME yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve üstbilişsel becerileri üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir karma yöntem araştırması gerçekleştirmiştir. 3.sınıf seviyesindeki 95 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, matematik başarı testi, matematik tutum ölçeği ve üstbiliş ölçeği ile toplanan verilerin analizi sonucunda, üstbilişsel stratejiler ile desteklenen GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen eğitime katılan öğrencilerin akademik başarıları, matematik tutumları ve üstbilişsel becerilerinin, geleneksel öğretime devam eden öğrencilere göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Ay (2022), akış kuramı ve GME yaklaşımına göre tasarlanan matematik öğretiminin, öğrencilerin başarı, kalıcılık, akış durumu ve motivasyonlarına etkisini belirlemek amacıyla deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. 5.sınıf seviyesindeki 73 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada matematik testi, matematik akış durumu ölçeği, matematik dersi motivasyon ölçeği, gözlem formu, öğrenci günlükleri ve görüşme formu ile toplanan verilerin analizi sonucunda, akış kuramı ve GME yaklaşımı ile gerçekleştirilen matematik öğretiminin, öğrencilerin kalıcılık, akış durumu ve motivasyonları üzerinde olumlu bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

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

3.1. Araştırma Modeli

Gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine ve motivasyonlarına etkisini inceleyen bu deneysel araştırma, orantısal akıl yürütme becerisi için öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen, motivasyon için ise tek grup öntest-sontest deneysel deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen, rastgele atama yapılmaksızın oluşturulmuş iki gruptaki katılımcıları içermelidir. Bu desende her iki gruba da öntest ve sontest uygulanır. Deneysel işlem ise sadece deney grubunda gerçekleştirilir. Tek grup öntest-sontest deseninde bir gruba önce öntest uygulanır, sonrasında deneysel işlem gerçekleştirilir ve en sonunda sontest uygulanır (Creswell, 2013). Çalışmanın bağımlı değişkenleri; orantısal akıl yürütme becerisi ve motivasyon; bağımsız değişkenleri ise MEB öğretim programına dayalı öğretim ve gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretimdir.

Araştırma deseni çerçevesinde, araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için deney ve kontrol grubu kura ile belirlenmiştir. Araştırmada, gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretime katılan öğrenciler deney grubunu, MEB öğretim programına dayalı öğretime katılan öğrenciler ise kontrol grubunu temsil etmektedir. Araştırma modelinin simgesel gösterimi Tablo 3.1'de verilmiştir;

Tablo 3.1.

Araştırma Modelinin Simgesel Gösterimi

Grup	Öntest	Deneysel Uygulama	Sontest
DG	OAYBÖ ÖMMÖ	GMEDBDÖ	OAYBÖ ÖMMÖ
KG	OAYBÖ	MEBÖP	OAYBÖ

DG: Deney Grubu

KG: Kontrol Grubu

OAYBÖ: Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği

ÖMMÖ: Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği

GMEDBDÖ: Gerçekçi Matematik Eğitimine Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretim

MEBÖP: Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programına Dayalı Öğretim

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında, Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinde bulunan bir ilin merkezindeki bir devlet ortakulunda öğrenim görmekte olan sekizinci sınıf seviyesindeki 44 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın bilgisayar laboratuvarı gibi teknolojik alt yapı gerekliliği, bahsi geçen ortaokulun seçiminde önemli bir etken olmuştur. Araştırmanın yapıldığı okulda 4 farklı sekizinci sınıf şubesi bulunmaktadır. Ancak bu şubelerden sadece ikisinde aynı ders öğretmeni ders vermektedir. Bu nedenle çalışma bu iki şube ile gerçekleştirilmiştir. İki farklı şubede yer alan öğrencilerden, hangi şubenin deney grubu, hangi şubenin kontrol grubu olacağına kura ile karar verilmiştir. Çalışma grubuna dair bilgiler Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2.

Çalışma Grubuna İlişkin Betimsel Özellikler

	Kız		Erkek		Toplam	
	n	Yüzde	n	Yüzde	n	Yüzde
Deney Grubu	12	%52.2	11	%47.8	23	%52.3
Kontrol Grubu	10	%47.6	11	%52.4	21	%47.7
Toplam	22	%50	22	%50	44	%100

Tablo 3.2'de görüldüğü gibi çalışma grubundaki öğrencilerin 23'ü (%52.3) deney grubunda, 21'i (%47.7) kontrol grubunda yer almıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin 12'si (%52.2) kız, 11'i (%47.8) erkek öğrencidir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise 10'u (%47.6) kız, 11'i (%52.4) erkek öğrencidir.

Çalışma grubunda yer alan tüm öğrenciler, araştırma hakkında bilgilendirilmiş ve tüm öğrencilerden veli izin formu alınmıştır.

Deney ve Kontrol Gruplarının Süreç Öncesi Durumları

Araştırma kapsamında uygulanacak deneysel işlem öncesinde belirlenen deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanları analiz edilmiştir. Yapılacak testlere karar vermek adına ilk olarak deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu işlem için öntest olarak uygulanan orantısal akıl yürütme beceri ölçeğinden elde edilen puanlara Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3.

Deney ve Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları ve Çarpıklık-Basıklık Değerleri

	Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
Grup	İstatistik	p		
Deney	0.932	0.124	0.64	-0.48
Kontrol	0.904	0.043	0.49	-1.18

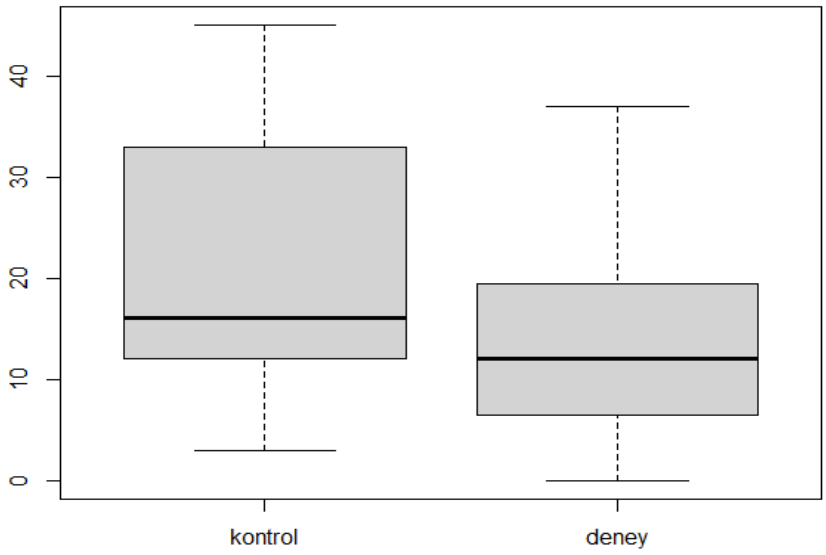
Tablo 3.3 incelendiğinde çarpıklık değeri deney grubu için 0.64, kontrol grubu için 0.49; basıklık değeri deney grubu için -0.48, kontrol grubu için -1.18 olduğu görülmüştür. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +2 ve -2 değerleri arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir (Atar, Atalay Kabasakal, Ünsal Özberk, Özberk & Kıbrıslıoğlu Uysal; 2020). Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre ise deney grubu öntest puanlarının normal dağılım gösterdiği($p>.05$), ancak kontrol grubu öntest puanlarının normal dağılım göstermediği ($p<.05$) görülmektedir. Bu sebeple deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu durumda farklı iki gruptan elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek gerektiğinden Kruskal-Wallis testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler ile gerçekleştirilen Kruskal-Wallis testi sonuçları Tablo 3.4'te sunulmuştur.

Tablo 3.4.

Deney ve Kontrol Grupları Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

	N	$\bar{x}$	Ss	x^2	p
Deney	23	13.87	10.60	4.40	0.04
Kontrol	21	21.33	11.95		

Deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarının dağılımını gösteren kutu grafiği *Şekil 3.1*'de ayrıca sunulmuştur.



Şekil 3.1. Deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarına ilişkin kutu grafiği

Tablo 3.4 ve Şekil 3.1'den görüleceği üzere deney ve kontrol grupları öntest puanları birbirinden anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır ($p<.05$). Aslında, benzer çalışmalarda deney ve kontrol gruplarının öntest sonuçlarının birbirine yakın olması beklenir. Ancak, bu çalışmada, deney ve kontrol grupları oluşturulurken araştırmacının herhangi bir etkisi olmamasına rağmen, deney grubu öntest puanları ortalaması, kontrol grubu öntest puanları ortalamasından daha küçük çıkmıştır. Anlamlı fark kontrol grubu lehine olduğundan, bu haliyle deney ve kontrol grupları ile çalışılmasında bir sakınca olmadığına karar verilmiştir.

3.3. Verilerin Toplanması

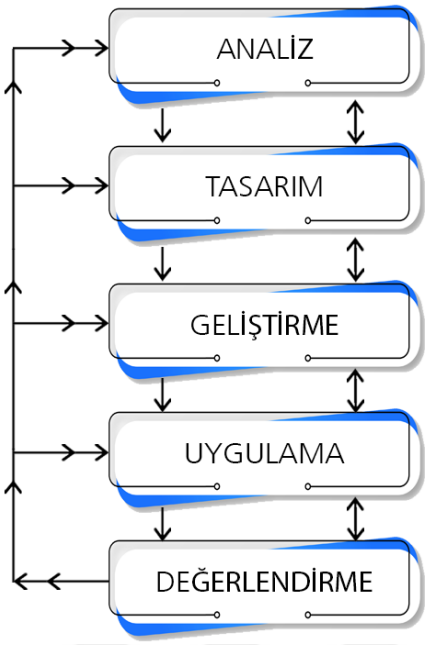
Bu bölümde araştırma kapsamında kullanılan öğretim materyalinin tasarlanması ve uygulanma süreci ile araştırmada uygulanan veri toplama araçları açıklanmıştır.

3.3.1 Öğretim Materyalinin Tasarımı ve Uygulanması

Öğretim tasarımı, belirli bir hedef kitlenin ihtiyaçlarını karşılamak için bir teoriye dayalı, kaliteli öğretim, kaynak ve materyal geliştirmenin sistematik bir süreci olarak tanımlanmaktadır (Willis, 2009; Schwier & Wilson, 2010). Etkili bir öğrenme ortamı tasarlamak için literatürde, hedef kitlenin farklılığına, ihtiyaç ve sektör farklılığına, geliştirilecek kaynak veya materyalin türüne ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkmış birçok öğretim tasarım modeli yer almaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanları "Amerikan Hava Kuvvetleri Modeli", "ADDIE", "ARCS", "Dick ve Carey", "Gagne ve Briggs", "Kemp, Morrison ve Ross", "Hızlı Prototipleme" ve "ASSURE" modelleridir (Abernathy, 2019; Budoya, Kissake & Mtebe,2019; Çatar & Özdilek, 2022; Erümit, Özkale & Aksoy, 2016; Esmer, 2018; Keleş, Göksu, Özcan, Çakır & Göktaş, 2014; Khalil & Elkhider, 2016; Özerbaş & Kaya, 2017; Usta & Güntepe, 2017; Zhang, 2020).

Yapılan araştırmalar öğretim tasarım modelleri arasında en yaygın olarak kullanılan modelin ADDIE modeli olduğunu göstermiştir (Göksu v.d.,2014; Özerbaş & Kaya, 2017; Soto, 2013). Modelin tercih sebepleri temel bir yaklaşım sunması, bir şemsiye işlevi görerek diğer modelleri kapsaması (Molenda, 2003), hedef kitle için ortak bir dil oluşturması, hedef kitleyi aynı amaca odaklaması ve katılımcıları merkeze alması (Soto, 2013), model adımlarının yüz yüze veya çevrimiçi ortamlarda rahatlıkla uygulanabilmesi (Aldoobie, 2015), bilgi, beceri ve tutumların öğretiminde kolay bir şekilde uygulanabilir olması gösterilmektedir (Cheung, 2016). Araştırmanın bir problem durumunu temele alması, hedef kitlenin analiz edilmesi, ihtiyaçlarına yönelik adımların tasarlanması, etkilerinin son adımda incelenmesi ve bir beceri kazandırmayı hedeflemesinden dolayı geliştirilecek materyalin tasarımında ADDIE modeli tercih edilmiştir.

1970'li yılların ortalarında Florida Üniversitesi Eğitim Teknolojisi Merkezi ile Amerikan ordusuna bağlı birimlerin ordu personelini eğitmek amacıyla birlikte yürüttüğü çalışma sonucunda ortaya çıkan ADDIE modeli adını içerdiği beş basamaktan almaktadır; Analiz (Analysis), Tasarım (Design), Geliştirme (Development), Uygulama (Implementation) ve Değerlendirme (Evaluation) (Allen, 2006; Molenda, 2003). ADDIE modelinin Şekil 3.2'de görüleceği gibi herbiri birbiri ile yakın etkileşimde olan beş basamağı bulunmaktadır (Molenda, 2003).



Şekil 3.2. ADDIE modeli süreçleri

Araştırmada kullanılacak olan bilgisayar destekli eğitsel materyalin geliştirilmesi adına ADDIE tasarım modeli dâhilinde yapılan işlemler aşağıda verilmiştir.

3.3.1.1 Analiz

Analiz aşamasında dört farklı durum analiz edilmelidir. Bunlar, öğrenen analizi (hedef kitle beceri ve ihtiyaçları), öğretim analizi (yeni bilgi veya beceri öğrenmek için gerekli adımlar ve fırsatlar), öğretim hedefleri (istenen sonucu belirlemek) ve öğrenme hedefleri (hedeflere ulaşmanın nasıl ölçüleceği) olarak verilmektedir (Aldoobie, 2015; Allen, 2006; Cheung, 2016).

Öğrenen analizi kısmında Eric, Web of Science, Scopus, Google Scholar, Proquest Dissertations & Theses, Yükseköğretim (YÖK) Tez Merkezi veri tabanlarında, "orantısal akıl yürütme, orantısal ilişki, çarpımsal ilişki, toplamsal ilişki, bilinmeyen değer problemleri, sayısal karşılaştırma problemleri, nitel tahmin ve karşılaştırma problemleri, gerçekçi matematik eğitimi, matematikleştirme, yönlendirilmiş yeniden keşfetme, öğretici olgu, gelişen modeller, proportionality, proportional reasoning, multiplicative relationship, additive relationship, missing value problem, numerical comparison problems, qualitative prediction and comparison problems, realistic mathematics education, mathematization, guided reinvention, didactical phenomenology, emergent models" anahtar kelimeleri kullanılarak taramalar gerçekleştirilmiş, elde edilen bilimsel çalışmalar incelenerek

öğrencilerin ihtiyaç duyduğu ancak seviyelerinin düşük olduğu (Adjiage & Pluvinage, 2007; Çelik, 2010; Gündoğdu, 2021; Karaduman, 2018; Lamon, 1999; Lamon, 2012; Langrall & Swafford, 2000; Pakmak, 2014; Pelen, 2014), ortaokul seviyesi matematik dersi için geniş bir içerik yelpazesini birbirine bağlayan (Langrall & Swafford, 2000; NCTM, 2000) orantısal akıl yürütme becerisi üzerine odaklanılmıştır.

Hedef kitle olarak, MEB (2018) öğretim programında belirtilen kazanımlar incelendiğinde orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimine katkısının olacağı düşünülen "oran-orantı" konusu öğretimine katılmış, ancak yapılan çalışmalarda orantısal akıl yürütme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı belirlenen (Cansız Aktaş, 2022; Çelik, 2010) ve daha ileri sınıf seviyelerinde yeterli orantısal akıl yürütme becerisine ihtiyaç duyacak olan (Langrall & Swafford, 2000; NCTM, 2000) ortaokul 8.sınıf seviyesi öğrencileri belirlenmiştir.

Öğretim hedefi öğrencilerin orantılı çokluklar arasında toplamsal ilişkiden çarpımsal ilişkiye geçiş yapabilmeleri olarak belirlenmiştir. Bu geçiş için Lobato v.d. (2010) tarafından belirlenen dört dönüşüm temel alınmıştır. Kavramsal çerçeve ve alanyazın incelenerek, hem belirlenen dört dönüşüme zemin hazırlayacak hem de öğrencilerin kavramsal yanılgılarını gidererek, onları doğru strateji kullanmaya teşvik edecek orantısal akıl yürütme gerektiren problem durumları belirlenmiştir. Bu problem durumları ile oluşturulacak eğitsel materyalin GME yaklaşımına dayalı olarak, öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren gerçek hayat problem durumlarını deneyimleyebilmelerine olanak sağlaması için barındırması gereken özellikler tespit edilmiştir. Buna göre eğitsel materyalin, öğrenciler için anlamlı problem durumları içeren, onların seçimlerine yönelik gerekli dönütü sağlayacak ve bu dönütlere göre bilgilerini yeniden yapılandırmalarına imkân tanıyacak, önceki bilgileri ile yabancılık çekmeyecekleri ve buna bağlı olarak rahat kullanabilecekleri bir materyal olmasının gerekliliği belirlenmiştir (Heuvel-Panhuizen & Wijers, 2005).

Öğretimde kullanılacak materyalin, ARCS motivasyon modeline dayalı olarak, öğrencilerin motivasyonlarını arttıracak nitelikte olması adına taşıması gereken özellikler; öğrencilerin merakını uyandırması ve devam ettirmesi, istenilen hedeflere ulaşmalarına yardımcı olması, onları başarılı olabileceklerine inandırması ve sonuç olarak onları istekleri ile tutarlı sonuçlara ulaştırması olarak belirlenmiştir (Keller, 1987a).

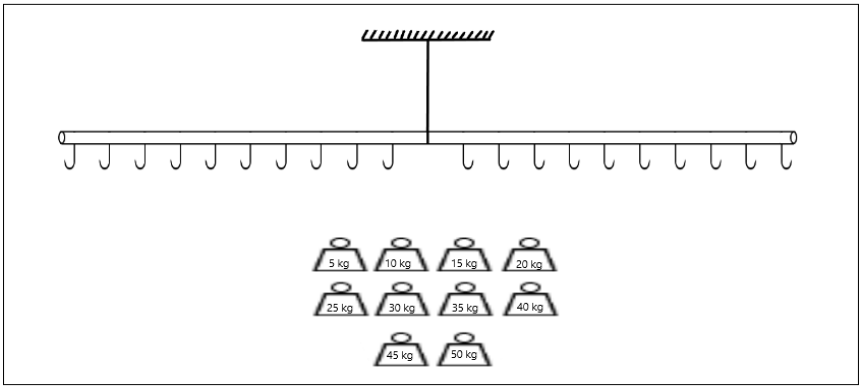
Öğrenme hedeflerinin nasıl ölçüleceğine dair alanyazında yer alan orantısal akıl yürütme ve motivasyon değişkenlerine yönelik ölçme araçları incelenmiş, ilgili ölçme araçlarının mevcut araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin sınıf düzeyine uygunluğunu ve

amaçlanan kazanımların ölçülmesine hizmet edip edemeyeceğini belirlemek için uzman görüşü alınmış ve belirlenen ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenirlik testleri ile kullanılabilirliği analiz edilmiştir.

3.3.1.2 Tasarım

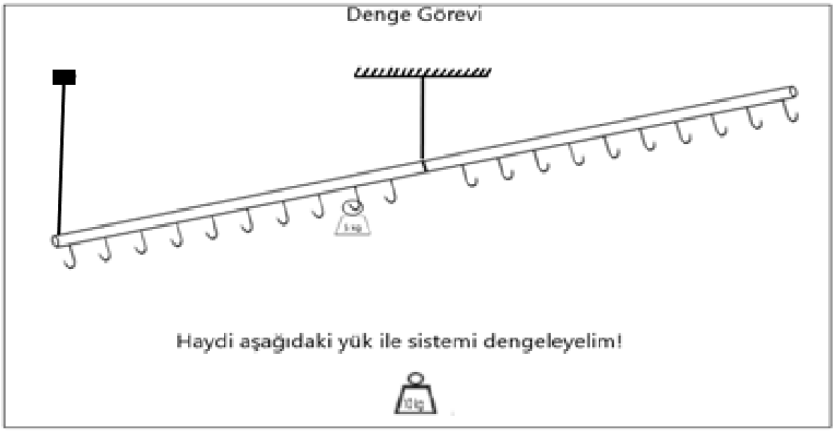
Tasarım aşamasında, öğretim tasarımcısı materyali geliştirir ve seçilen konu için değerlendirme sürecini belirler, bununla birlikte kendi öğretim stratejilerinin oluşturmaya odaklanır (Aldoobie, 2015; Allen, 2006; Cheung, 2016).

Araştırma kapsamında strateji olarak öğrencilerin MEB öğretim programına dayalı eğitime devam ederken gerçekçi matematik eğitimine dayalı, etkileşimli bir bilgisayar destekli eğitsel materyal ile desteklenmesi tercih edilmiştir. Materyal geliştirme için analiz aşamasında belirlenen hususlar dikkate alınarak çalışmaya başlanmıştır. İlk olarak çokluklar ile uygulama yapılabilecek ve öğrencilerinde daha önceki eğitimlerinden fikir sahibi oldukları eşit kollu terazi mekanizması dikkate alınmıştır. Ancak eşit kollu terazi mekanizması ile yapılabilecekler sınırlı olmuş, dört nicelik ile akıl yürütme gerektiren orantı durumlarında yeterli olmamıştır. Farklı bir mekanizma arayışına girilmiş ve her iki tarafında eşit uzaklıkta 10 adet küfe olan orta noktasından sabitlenmiş bir denge mekanizması tasarlanmıştır. Böylelikle problem durumları oluşturulurken yüklerin ve küfelerin konumunun değişkenliği avantaj sağlamıştır. Sonrasında 20 farklı birimde küfe kullanımının oluşturduğu görüntü kalabalığından kurtulmak için küfe yerine kanca kullanılması ve kancalara hazır yüklerin takılarak problem durumu oluşturulması tercih edilmiştir. Problem durumlarının oluşturulmasında 5 ve 5'in katlarında 10 adet kilogram belirlenmiş ve çizilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Denge çubuğu ilk çizim

Analiz kısmında detaylı bir şekilde incelenen orantısal akıl yürütme gerektiren problem durumlarının, öğrenciler tarafından denge çubuğu kullanılarak tecrübe edilmesi adına dört farklı görev tasarlanmıştır. Bunlardan birincisi *denge görevidir*. Denge görevinde, denge çubuğunun herhangi bir tarafının herhangi bir kancasına bir yük hazır verilmiş ve ağırlığı belirli olan yük ile öğrencinin sistemi dengelemesi istenmiştir (Şekil 3.4). Öğrencinin seçimine göre denge çubuğunun durumu geri dönüt olarak düşünülmüştür.

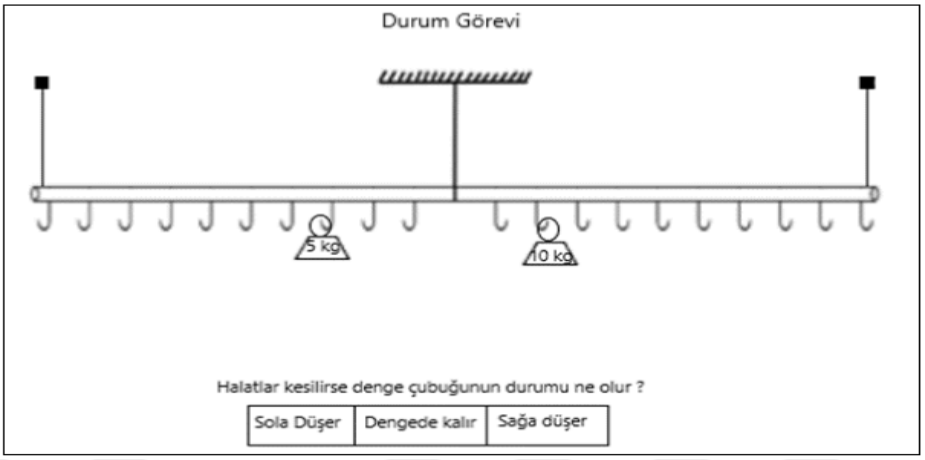


Şekil 3.4. Denge görevi çizimi

Yapılan seçimde, çubuğun dengeye gelmesi için yükün olması gereken kancadan, merkeze daha yakın bir kancaya takılması durumunda denge çubuğu sola, merkeze daha uzak bir kancaya takılması durumunda ise sağa düşmektedir. Öğrencinin yükü "sürükle bırak" (yüklerin her hareketinde bir ses efekti duyulmakta) yoluyla seçmiş olduğu kancaya asmasından sonra "kontrol et" butonu ile mekanizmayı çalıştırması gerekmektedir. Doğru seçim yapması durumunda denge çubuğu denge konumuna gelmekte, "tebrikler" ifadesi görünmekte ve alkış sesi efekti duyulmaktadır. Bir sonraki göreve geçiş butonu çıkmaktadır. Yanlış yapılması durumunda denge çubuğu yapılan seçime göre ya sağa, ya sola düşmekte, olumsuz bir ses efekti duyulmakta ve "tekrar dene" butonu çıkmaktadır. Öğrencinin denge çubuğunun son durumunu yorumlaması ve tekrar deneyerek doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Denge görevinin amacı öğrencinin orantısal akıl yürütme içeren bilinmeyen değeri bulma problem durumunu anlayıp, yorumlayabilmesini sağlamaktır.

İkinci görev *durum görevidir*. Durum görevinde, denge çubuğunun her iki tarafında kilosu belirli olan yükler hazır verilmiş ve mekanizma her iki taraftan sabitlenmiştir. Öğrenciye mekanizmanın serbest bırakılması halinde hangi durumda olacağı sorulmakta ve "sola düşer", "dengede kalır" ve "sağa düşer" şeklinde verilen üç seçenek arasından seçim

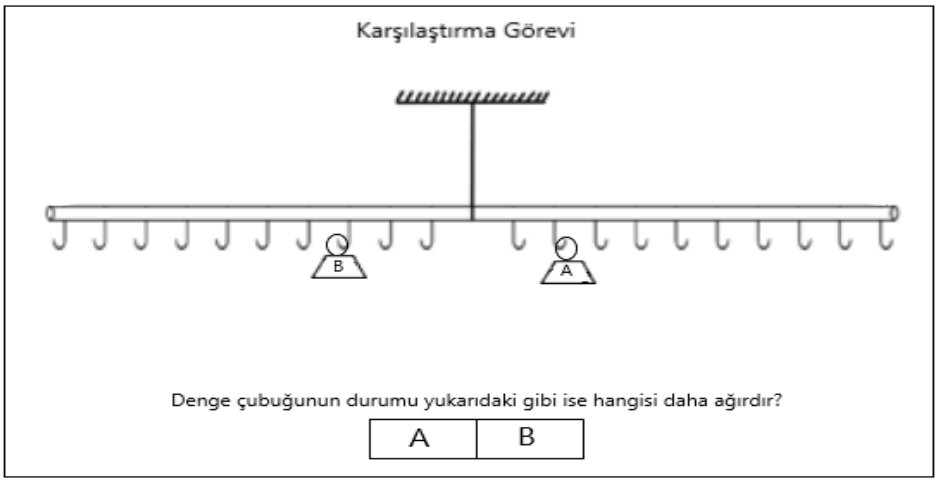
yapması beklenmektedir (Şekil 3.5). Öğrencinin seçimine göre denge çubuğunun durumu geri dönüt olarak düşünülmüştür.



Şekil 3.5. Durum görevi çizimi

Öğrencinin verilen durumu yorumlayıp, seçim yapması ve "kontrol et" butonu ile mekanizmayı çalıştırması beklenmektedir. Doğru seçim yapması durumunda denge çubuğu seçimi doğrulayan konuma gelmekte, "tebrikler" ifadesi görünmekte ve alkış ses efekti duyulmaktadır. Bir sonraki göreve geçiş butonu çıkmaktadır. Yanlış seçim yapılması durumunda denge çubuğu hareket etmekte, olumsuz bir ses efekti duyulmakta ve "tekrar dene" butonu çıkmaktadır. Öğrencinin denge çubuğunun son durumunu yorumlaması ve tekrar deneyerek doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Durum görevinin amacı öğrencinin orantısal akıl yürütme içeren sayısal karşılaştırma problem durumunu anlayıp, yorumlamasını sağlamaktır.

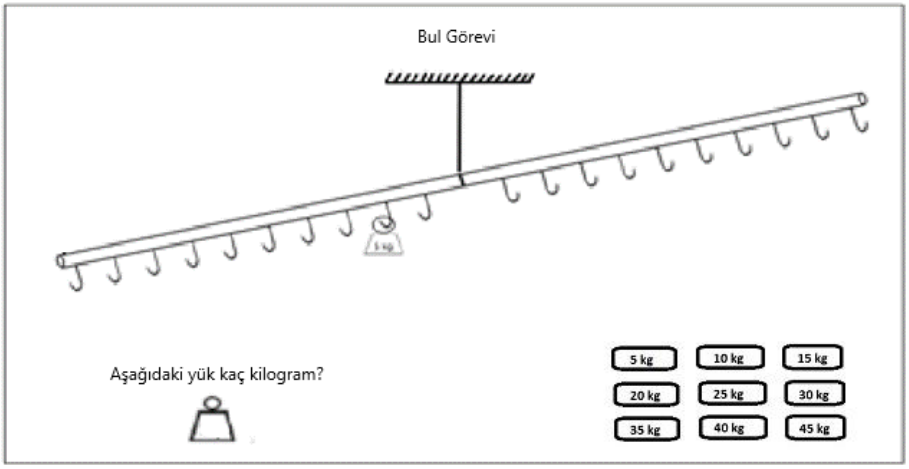
Üçüncü görev *karşılaştırma görevidir*. Karşılaştırma görevinde denge çubuğunun her iki tarafında ağırlığı belirli olmayan iki yük hazır verilmiş ve çubuğun son hali gösterilmiştir. Öğrenciye yüklerden hangisinin daha ağır olduğu sorulmakta ve "A", "B" şeklinde verilen iki seçenek arasından seçim yapması beklenmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Karşılaştırma görevi çizimi

Öğrencinin verilen durumu yorumlaması ve bir seçim yapması beklenmektedir. Doğru seçim yapması durumunda "tebrikler" ifadesi görünmekte ve alkış ses efekti duyulmaktadır. Bir sonraki göreve geçiş butonu çıkmaktadır. Yanlış seçim yapması durumunda bir bilgilendirme notu çıkmaktadır. Bu not geri dönüt olarak düşünülmüştür. Öğrencinin sonraki durumlarda bu geri dönütü yorumlayıp, doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Karşılaştırma görevinin amacı, öğrencinin orantısal akıl yürütme içeren niteliksel akıl yürütme problem durumunu anlayıp, yorumlamasını sağlamaktır.

Dördüncü ve son görev *bul görevidir*. Bul görevinde, denge çubuğunun herhangi bir tarafının herhangi bir kancasına bir yük hazır verilmiş ve öğrencinin, ağırlığı belirli olmayan bir yükün ağırlığını sistemi dengeleyerek bulması istenmiştir (*Şekil 3.7*).



Şekil 3.7. Bul görevi çizimi

Öğrencinin yükü "sürükle bırak" yoluyla hareket ettirip deneme yanılma yolu ile doğru kancayı bularak denge çubuğunun dengeye gelmesini sağlaması ve gerekli cebirsel işlemi

yapıp doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Doğru seçim yapması durumunda "tebrikler" ifadesi görünmekte ve alkış sesi efekti duyulmaktadır. Bir sonraki göreve geçiş butonu çıkmaktadır. Yanlış yapılması durumunda olumsuz bir ses efekti duyulmakta ve "tekrar dene" butonu çıkmaktadır. Öğrencinin tekrar deneyerek doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Bul görevinin amacı, öğrencinin ilgili orantıyı kurması ve orantılı akıl yürüterek bilinmeyen değeri bulmasını sağlamaktır.

Denge çubuğu materyali dört seviye ve her seviyede 10 görev olacak şekilde tasarlanmıştır. Birinci seviye ve ikinci seviyede; üç denge, iki durum, iki karşılaştırma ve üç adet bul görevi, üçüncü ve dördüncü seviyede; iki denge, üç durum, iki karşılaştırma ve üç bul görevi bulunmaktadır (Tablo 3.5). Materyal 10 adet denge, 10 adet durum, 8 adet karşılaştırma ve 12 adet bul görevi olmak üzere toplamda 40 adet görevden oluşmaktadır. Bir görev tamamlanmadan diğer göreve ve bir seviyedeki tüm görevler tamamlanmadan diğer seviyeye geçilemeyecek şekilde tasarlanmıştır.

Tablo 3.5.

Denge Çubuğu Seviyeleri ve Her Seviyede Yer Alan Görevler

	1. Seviye	2. Seviye	3. Seviye	4. Seviye
1.	Denge Görevi	Denge Görevi	Denge Görevi	Denge Görevi
2.	Denge Görevi	Denge Görevi	Denge Görevi	Denge Görevi
3.	Denge Görevi	Denge Görevi	Durum Görevi	Durum Görevi
4.	Durum Görevi	Durum Görevi	Durum Görevi	Durum Görevi
5.	Durum Görevi	Durum Görevi	Durum Görevi	Durum Görevi
6.	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi
7.	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi	Karşılaştırma Görevi
8.	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi
9.	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi
10.	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi	Bul Görevi

Denge çubuğu materyalinin tasarımında Lobato vd. (2010, s.61-75) tarafından belirlenen öğrencilerin orantısal akıl yürütmede ustalaşması için gerekli olan dört dönüşüm temel alınmıştır. Bunlar; (i) tek çokluk ile akıl yürütmeden iki çokluk ile akıl yürütmeye geçilmesi, (ii) toplamsal karşılaştırmadan çarpımsal karşılaştırmaya geçilmesi, (iii) birleşik birim (composed unit) ile akıl yürütmeden çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütmeye geçilmesi,

(iv) birleşik birimlerin tekrarlanması ile birkaç denk oran oluşturmadan, sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturulabilmesine geçiştir.

Birinci seviye için amaçlanan kazanım "iki çokluk ile akıl yürütebilme" olarak belirlenmiştir. Bu seviyede yer alan altı görev (ya aynı kanca, ya aynı yük kullanılarak oluşturulmuş görevler) tek çokluk ile akıl yürüterek çözülebilecekken, dört görevin (farklı kancalarda farklı yükler ile oluşturulmuş görevler) çözümü iki çokluk ile akıl yürütme gerektirmektedir. Sonraki seviyelerde yer alan tüm görevler de iki çokluk ile akıl yürütme gerektirmektedir. İlgili görevlerde tek çokluk ile akıl yürüterek yanlış yapan öğrencilerin, materyalin sağladığı dönüt ile bilgilerini yeniden düzenlemeleri ve çözüm için iki çokluğu da dikkate alarak işlem yapmaları arzulanmıştır. Buna ek olarak, öğrencilerin materyali, çalışma prensibini ve görev türlerini tanıması da bu seviye için amaçlanan bir başka kazanım olarak belirlenmiştir.

İkinci seviyede amaçlanan kazanım "çarpımsal karşılaştırma yapabilme" olarak belirlenmiştir. Toplamsal ya da çarpımsal karşılaştırma gerektiren görevler, durum ve karşılaştırma görevleridir. Birinci seviyede yer alan durum ve karşılaştırma görevleri ya aynı kanca kullanılarak ya da aynı yük kullanılarak oluşturulmuş görevlerdir. Örneğin, çubuğun sol tarafında 3.kancada 20kg, sağ tarafında 3.kancada 10 kg kullanılmış ve çubuğun durumu sorulmuştur. Bu durumda "20, 10'dan büyüktür, bu nedenle sola düşer" şeklinde akıl yürütülerek doğru yanıta ulaşılabilir. Dolayısıyla bu görevlerin çözümü için sadece toplamsal karşılaştırma yapmak yeterlidir. İkinci seviye için hazırlanan dört durum ve karşılaştırma görevinin ise iki tanesi yine toplamsal karşılaştırma ile çözülebilen görevlerdir. Diğer iki görev ise toplamsal karşılaştırma ile çözülemeyen, çözüm için çarpımsal karşılaştırma gerektiren görevlerdir. Örneğin, çubuğun sol tarafında 3.kancada 10 kg, sağ tarafında 2.kancada 20 kg kullanılmış ve çubuğun durumu sorulmuştur. Bu durumda çözüm için çarpımsal karşılaştırma gereklidir. Bu seviyede materyalin sağladığı dönüt ile öğrencilerin çarpımsal karşılaştırma yapmaya yönlendirilmesi arzulanmıştır. Sonraki seviyelerdeki tüm durum ve karşılaştırma görevleri çarpımsal karşılaştırma gerektirecek şekilde oluşturulmuştur.

Üçüncü seviyede amaçlanan kazanım "çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütme" olarak belirlenmiştir. Birinci ve ikinci seviyede oluşturulan görevlerde kullanılan sayılar birbirinin tam katı olan sayılardır ve bu görevlerde birleşik birimler ile akıl yürütme görevlerin çözümü için yeterlidir. Örneğin, sistemin sol tarafında 3. kanca ve 10 kg kullanılmış, sağ tarafında 6.

kancada belirsiz yükün kilosu sorulmuştur. Bu durumda 3:6 = 1:2 ve 1:2=5:10 şeklinde akıl yürüterek (yani oranları yineleyerek ya da bölümleyerek) doğru sonuca ulaşılabilir. Üçüncü seviye itibariyle görevlerde birbirinin tam katı olmayan sayılar da kullanılmıştır. Örneğin, sistemin sol tarafında 6.kanca ve 20 kg yük kullanılmış ve denge için 30 kg yükün hangi kancaya takılması gerektiği sorulmuştur. Bu durumda birleşik birim ile akıl yürütme çözüm için yeterli olmamakta, çarpımsal akıl yürütme gerekmektedir. Çözüm için 20.6=30.4 şeklinde veya 20:30=2:3 ve 6.2/3=4 şeklinde doğru çözüme ulaşılabilir. Sonraki seviyede bu formda görevler daha yoğun kullanılmıştır. Öğrencilerin, materyalin sağladığı dönüt ile çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütmeye yönlenmesi arzulanmıştır.

Dördüncü ve son seviyede amaçlanan kazanım "sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturabilme" olarak belirlenmiştir. Bu seviyede artık sadece iki yük ile değil, 3 veya 4 yük ile oluşturulan görevler yer almaktadır. Bu görevlerde kullanılan sayılar da 5, 15, 20 veya 10, 20, 30 gibi, çözüm için birleşik birimlerin tekrarlanması ile birkaç denk oran oluşturmanın yetmeyeceği şekilde belirlenmiştir. Burada artık çözüm için çarpımsal ilişkinin tam anlamıyla kullanılması gerekmektedir. Bu seviyede, görevler ile başa çıkma çabası ve materyalden alınan dönütler ile öğrencinin bir orandan sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturabileceğini kavraması arzulanmıştır.

Sürecin başından itibaren belirli aralıklarla iki matematik eğitimi alan uzmanı ve en azı 5 yıl tecrübeye sahip, aktif görevde olan üç matematik öğretmeni ve yazılım geliştirme sektöründe deneyimi olan ve hâlihazırda bir devlet üniversitesinde öğretim üyesi olarak görev yapmakta olan bir yazılım geliştirme uzmanından uzman görüşü alınmıştır. Denge çubuğu materyalinde yer alan karşılaştırma görevleri, orantısal akıl yürütme becerisi gerektiren niteliksel karşılaştırma türünde problem durumunun materyalde eksik olduğuna dair alınan uzman görüşü neticesinde tasarlanmıştır. Tüm seviyelerde yer alan görevlerin, belirlenen kazanımlara yönelik olup olmadığına dair alınan uzman görüşüne bağlı olarak, altı görevde (birbirinin tam katı sayıların kullanıldığı bazı görevler) kullanılan yükler güncellenmiştir.

3.3.1.2.1 Öğretim Materyalinin Gerçekçi Matematik Eğitimi Teorisine Dayalı Tasarımı

GME'de matematikleştirme kritik öneme sahiptir ve bunun iki temel nedeni vardır. Bunlardan birincisi, matematikleştirme sadece matematikçilerin işi değildir, her insanın

işidir. İkincisi ise yeniden keşfetme fikri ile ilgilidir. Matematikte formal bilgiye ulaşma son basamaktır, ilk basamak olmamalıdır. Öğrencinin çalışabileceği, denemeler yapabileceği bir ortamın hazırlanması gerekir. Öğrenme şekli sürecin öğrenen tarafından keşfi şeklinde olmalıdır. Matematikleştirme olarak açıklanan bu sürecin kazanımı öğrenenlerin günlük hayattaki durumları matematiksel yaklaşımla ele almalarıdır (Altun, 2006).

Treffers (1987), eğitim bağlamında iki tür matematikleştirme fikrini formüle etmiştir; yatay ve dikey matematikleştirme. Yatay matematikleştirme, bir problemi şematikleştirme ve görselleştirme yoluyla matematiksel olarak ifade edilmiş bir probleme aktarmaktır. Yatay matematikleştirmede öğrenenler, gerçek yaşam durumundaki bir problemi düzenlemeye ve çözmeye yardımcı olabilecek matematiksel araçlar kullanırlar. Dikey matematikleştirme ise matematiksel sistem içerisinde, çeşitli yeniden düzenleme ve işlemler sürecidir. Kısayollar bulmak, kavramlar ve stratejiler arasındaki bağlantıları keşfetmek ve ardından bu keşifleri uygulamak dikey matematikleştirme kapsamındadır.

GME'de öğrenme süreci bağlamsal problemlerden başlar. Öğrenen yatay matematikleştirmede etkinlikleri kullanarak bir matematiksel model kazanır. Dikey matematikleştirme ile çözme, karşılaştırma ve tartışma gibi etkinlikleri uygulayarak matematiksel çözüme ulaşır. Sonrasında başka bir bağlamsal problem ile kullanılan stratejinin yanı sıra çözümü de yorumlar. Denge çubuğu materyali tasarımında ilk olarak, orantısal akıl yürütme kavramına dair bağlamsal problemler oluşturulmuştur. Bu problemleri çözme çabası ile öğrenenin, problemin matematiksel yönlerini belirlemesi, ilişkileri ve düzenliliği keşfetmesi, çözüm için problemi organize etmesi beklenmiş ve bu aktiviteler sonucunda yatay matematikleştirme ile orantısal akıl yürütmeye dair matematiksel model kazanabilmesi amaçlanmıştır. Uygulama sırasında öğrenenlerin dikey matematikleştirme yapabilmeleri için ilk olarak bağlamsal problemleri çözmeleri, sonrasında çözümlerini karşılaştırma ve tartışmaları adına fikirlerini açıklayabilecekleri bir öğrenme süreci hedeflenmiştir. Bu kapsamda öğrenenlere sınıf ortamında düşüncelerini açıklayabilmeleri için sorular sorularak yönlendirme yapılmıştır.

GME'nin öğretim tasarımı için üç anahtar ilke bulunmaktadır(Gravemeijer, Cobb, Bowers & Whitenack, 2000). Bunlar; yönlendirilmiş yeniden keşfetme (guided reinvention), öğretici olgu (didactical phenomenology) ve gelişen modeller (emergent models) olarak belirtilmiştir. *Yönlendirilmiş yeniden keşfetme* ilkesine göre GME'de ilk olarak bir bağlamsal problem araştırılmalıdır. Burada araştırmaktan kasıt, problemin matematiksel

yönlerini belirlemeye çalışmak, ilişkileri keşfetmek ve yapılandırmak suretiyle matematikleştirme yapmaktır. Bu matematikleştirme, matematiksel kavramların keşfedilmesine ve dolayısıyla yeniden icat edilmesine yol açmalıdır. Bunun için bir dizi uygun bağlamsal problem tasarlanmalıdır. Böylelikle öğrencilere kendi deneyimlerinden bilgi edinme fırsatı verilir (Fauzan, 2002). *Öğretici olgu ilkesi*, öğreticinin, öğrenenlere fenomenlerden, gerçek ve onlar için anlamlı olan bağlamsal problemleri sağlaması gerektiğidir. Burada belirtilen "gerçek" ifadesinden gerçek nesneler veya durumları anlamak bir hatadır. GME'de bağlam sorularının mutlaka günlük yaşam durumları ile ilgili olması gerekmez. Burada kastedilen, bağlamın, öğrenciler için hemen akıllıca hareket edebilmelerini sağlayacak şekilde deneyimsel olarak gerçek olmasıdır (Gravemeijer, 1990). *Gelişen (ortaya çıkan) modeller* ilkesi, informal bilgi ile formal bilgi arasında köprü görevi görmektedir. Öğrencilere, problemleri çözerken kendi modellerini kullanma ve geliştirme imkânı verilmesi sonucunda başlangıçta öğrenciler kendilerine tanıdık gelen bir model geliştireceklerdir. Şekillendirme ve genelleştirme sürecinden sonra kendi başına bir yapı haline gelen model daha sonra matematiksel akıl yürütme için kullanılabilir (Fauzan, 2002). Van den Heuvel-Panhuizen ve Wijers (2005), bu üç ilkeyi temele alarak GME'de öğrenme ve öğretme süreci tasarlanırken uygulanması gereken ilkeleri altı başlık altında toplamıştır; etkinlik ilkesi, gerçeklik ilkesi, düzey (seviye) ilkesi, iç içe geçme ilkesi, etkileşim ilkesi ve rehberlik ilkesi. Aşağıda, bu altı ilkenin kısa açıklaması ve denge çubuğu materyali tasarlanırken bu ilkelerin nasıl uygulandığı açıklanmıştır.

- *Etkinlik ilkesi*; öğrenenlere, öğrenme sürecinde aktif katılımcılar olma fırsatı vermektir. Öğretim sürecinde kullanılacak materyal tasarlanırken, öğrenenin, dışardan müdahale olmadan, kendi seçimleri ve bu seçimlere yönelik materyalin çalışma prensibi sonucunda ortaya çıkan dönüt ile bilgilerini düzenlemesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla materyal ile etkileşim içerisinde olan öğrenen, süreç boyunca aktif katılımcı olma fırsatını elde etmektedir.
- *Gerçeklik ilkesi*; GME'de iki şekilde tanımlanmaktadır. Birincisi öğrenenlerin matematik uygulama becerilerini kullanarak "gerçek hayat" problemlerini çözmesi, ikincisi ise öğretim sürecinin, öğrenenler için anlamlı olan ve onlara problem çözerken geliştirdikleri matematiksel yapılara anlam yükleme fırsatı veren problem durumlarından başlaması gerektiğidir. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, öğrenenin tüm görevlerde matematiksel uygulama becerilerini kullanmasını sağlamak amaçlanmıştır. Materyal, öğrenenlerin hakkında daha

önceden fikir sahibi olduğu denge prensiplerine dayandırılarak onlar için anlamlı olması sağlanmıştır. Öğrenenlerin, bağlamsal problem durumlarından oluşturulan materyalin görevlerini çözerken kendi modellerini oluşturması ve modellerini anlamlandırması beklenmiştir.

- *Düzey (Seviye) ilkesi*; matematiği öğrenmenin, öğrencilerin bağlam ile ilgili problemlerin çözümlerinden, kısayol ve şemalar oluşturarak, kavram ve stratejilerin nasıl ilişkili olduğuna dair fikir edinmeye ve daha geniş kapsamlı anlayışa kadar, çeşitli anlama düzeylerinden geçmeleri anlamına gelir. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, öncelikle orantısal akıl yürütme becerisine dayalı farklı bağlamsal problemler oluşturulmuştur. Başlangıçta, öğrenenlerin informal bilgileri ile çözüme ulaşabilecekleri problem durumlarına yer verilmiştir. Her bir adımda zorlaşan bağlamsal problemler ile öğrenenlerin, materyalden aldıkları dönüt yardımıyla formal çözümler geliştirmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda materyal için hazırlanan bağlamsal problem durumları amaca hizmet edecek şekilde dört farklı grubu ayrılarak dört farklı seviye oluşturulmuştur.
- *İç içe geçme ilkesi*; matematik eğitimi ile ilgili konuların birbiri ile bağlantılı olması gerektiğidir. Bu ilke ile dikkat çekilen husus, matematik eğitim müfredatında yer alan konuların tamamının birbiri ile bağlantılı olarak sunulması gerektiğidir. Matematik eğitiminde önemli bir yer tutan orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimine yönelik tasarlanan bu öğretim sürecinde kullanılan materyalin, bu ilkenin asıl amacına hizmet edecek şekilde tasarlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, ilk olarak öğrenenlerin daha önceki fen ve matematik öğrenmelerinde yer alan denge, eşit kollu terazi ve oran ve orantı konuları temele alınmıştır. Bu konular üzerine inşa edilen materyal ile oluşturulan öğrenme süreci sonunda, genel olarak orantısal akıl yürütme becerisi gerektiren diğer konular ve özel olarak bir bilinmeyenli denklemler konusu ile bağlantı kurulması amaçlanmıştır.
- *Etkileşim ilkesi*; matematik öğrenmenin yalnızca bireysel bir etkinlik değil aynı zamanda sosyal bir etkinlik olduğunu ifade eder. GME, öğrenenlere stratejilerini ve icatlarını başkalarıyla paylaşma fırsatları sunan, tüm sınıf tartışmalarını ve grup çalışmasını destekler. Bu şekilde öğrenenler stratejilerini geliştirmek için fikirler edinebilirler. Ancak bu tüm sınıfın toplu olarak ilerlediği ve her öğrenenin aynı yolu takip ettiği, aynı anda aynı gelişim düzeyine ulaştığı anlamına gelmez. Aksine,

GME'de öğrenciler her biri bireysel bir öğrenme yolunu izleyen bireyler olarak kabul edilir. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, her öğrenenin kendi bireysel öğrenmesini gerçekleştirmesi amaçlanarak tasarlanmıştır. Bu kapsamda materyal ile etkileşimde olan öğrenen, diğer öğrenenlerden bağımsız olarak kendi öğrenme rotasında ilerleyebilmektedir. Ancak bununla birlikte bazı uygulama derslerinde, öğrenenlere söz hakkı tanınarak stratejilerini açıklama fırsatları sunulmuştur. Tüm sınıf tartışmalarına zemin hazırlanmıştır. Bu şekilde öğrenenlerin, birbirlerinin açıklamalarından da öğrenme gerçekleştirmesi amaçlanmıştır.

- *Rehberlik ilkesi*; öğretmenlerin, öğrenenlerin öğrenmesinde proaktif bir role sahip olması gerektiğidir. Öğrenenlerin kendi başlarına matematiksel içgörüler ve araçlar inşa etmeleri için ortama ihtiyaçları vardır. Öğretmenler bu inşa sürecinin ortaya çıkabileceği bir öğrenme ortamı sağlamalıdır. Bu kapsamda araştırmacı tarafından öğretim sürecinde öğrenenlerin kendi öğrenme yollarını takip edebileceği bir materyal geliştirilmiştir. Buna ek olarak tüm öğretim süreci uygulamalarında araştırmacı hazır bulunmuştur. İlk uygulama oturumunda öğrenenlere yönelik öğretim süreci ve materyal hakkında sunum hazırlanıp sunulmuş, yardıma ihtiyacı olan öğrenenlere anında dönüt sağlanmış ve tüm uygulama oturumları araştırmacının rehberliğinde gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.2.2 Öğretim Materyalinin ARCS Motivasyon Modeline Dayalı Tasarımı

Keller, insan motivasyonuna yönelik geliştirilen pek çok teori ve kavramı, bir uygulayıcı için basit, anlamlı bir model veya şema olarak sentezlemek ve motive edici bir öğretim süreci tasarlamak için sistematik bir yaklaşım geliştirmek amacıyla yapmış olduğu çalışmalar neticesinde ARCS modelini ortaya koymuştur. Keller (1987a) tarafından öğretim materyallerinin motivasyonel çekiciliğini arttırmak için bir yöntem olarak tanıtılan ARCS modeli, beklenti-değer teorisine dayanmaktadır.

Keller (1979), öğrenen motivasyonunu arttırabilmek için öğretim sürecinin, öğrenenlerin meraklarını uyandıran ve devam ettiren, kişisel değerler ile ilgili ve istenilen hedeflere ulaşmaya yardımcı olacak şekilde algılanan, öğreneni başarılı olabileceğine inandıran ve sonuçları, öğrenenin istekleri ile tutarlı olan bir süreç şeklinde tasarlanması gerektiğini belirtmektedir. Öğretim sürecinin taşıması gereken bu dört özellik daha sonra Keller (1987a) tarafından birer anahtar kavram ile açıklanmıştır. Bunlar, dikkat (attention), uygunluk

(relevance), güven (confidence) ve doyum (satisfaction) olup model her bir kavramın İngilizcesinin ilk harflerinin birleşiminden oluşan ARCS ismini almıştır. Bu kategoriler, öğrenme motivasyonu bağlamında insan motivasyonunun ana boyutlarına ve dört kategorinin her birinde motivasyonu teşvik etmek ve sürdürmek için stratejilerin nasıl oluşturulacağına dair genel bir bakış sağlamaktadır (Keller, 2010). Aşağıda her bir kategori alt stratejileri ile birlikte ele alınmış ve öğretim sürecinde kullanılan denge çubuğu materyali tasarlanırken bu stratejilerin nasıl uygulandığı açıklanmıştır.

Dikkat Stretejisi: Keller (1987a)'e göre öğretim motivasyonunun birinci koşulu öğrenenlerin dikkatini çekmek ve devam ettirmektir. ARCS motivasyon modeline göre dikkat stratejisi, algısal uyarılma, araştırmaya yönelik uyarılma ve değişkenlik olmak üzere üç alt stratejiden oluşmaktadır (Keller; 1987b).

a) Algısal Uyarılma: Öğrenenleri konuya dair meraklandırma stratejisidir. Öğretim süreci başında öğretim materyalinin tanıtımını içeren bir sunum hazırlanmış ve gerçekleştirilen sunum ile öğrenenlerin konuya dair merakını arttırmak amaçlanmıştır.

b) Araştırmaya Yönelik Uyarılma: Dikkati sürdürmek için sorgulama ile çözülebilecek bir problem durumu oluşturarak daha derin merak seviyesi için harekete geçmektir. Öğrenenlerin problem çözmeleri veya soru sormaları için teşvik edilmesidir. Öğretim materyali kırk adet farklı problem durumundan oluşturulmuş ve öğrenenin her bir problem durumunu çözmesi istenmiştir. Süreç boyunca öğrenenler soru sormaları için teşvik edilmiş ve ihtiyaç duymaları halinde rehberlik sağlanmıştır.

c) Değişkenlik: Konuya dair değişik örnek ve alıştırmalar, öğrenenlerin dikkatlerini arttırmaya ve sürdürmeye hizmet edecektir. Bu kapsamda öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, birbirinden farklı olan denge, karşılaştırma, durum ve bul ekranları oluşturulmuş ve bu değişkenlik ile öğrenenlerin dikkatlerini arttırmak ve sürdürmek amaçlanmıştır.

Uygunluk Stratejisi: Öğretim sürecinin, öğrenenlerin hedefleriyle tutarlı, öğrenme stilleriyle uyumlu ve geçmiş deneyimleriyle bağlantılı olması önem arz etmektedir (Keller & Suzuki, 2004). ARCS motivasyon modeline göre uygunluk stratejisi, hedefe yöneltme, güdü uygunluğu ve yakınlık olmak üzere üç alt stratejiden oluşmaktadır (Keller; 1987b).

a) Hedefe Yöneltme: Öğrenenlerin, bilgi ve becerilerinin şu anda veya gelecekte bir hedefe ulaşmalarına yardımcı olup olmayacağını öğrenmesi, motivasyon için gereklidir.

Öğrenenlere, her uygulamada, materyalden, bir sonraki seviyede yer alan görevlerden örnekleri görmesi sağlanmış ve sonraki seviyelerde yer alan daha zor görevleri başarabilmeleri için, bulundukları seviyedeki görevleri çözebilmelerinin gerekliliğini anlamaları beklenmiştir.

b) Güdü Uygunluğu: Öğretim sürecinin, öğrenenlerin güdülenme profillerine uygun olması gerekmektedir. Öğretim sürecinde kullanılan öğelerin öğrenciler tarafından istenir olması, ilginin artmasına yardımcı olacaktır. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, öğrenenlerin bilgisayar uygulamalarına olan yüksek ilgisinden dolayı materyal bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Uygulamalar, bilgisayar laboratuvarında her öğrenciye bir bilgisayar tahsis edilerek gerçekleştirilmiştir.

c) Yakınlık: Öğretim sürecinde kullanılan öğeler, öğrenenlerin daha önceden var olan birikimlerine ve ilgi alanlarına yakın olmalıdır. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, öğrenenlerin daha önceden aşina oldukları bilgisayar ortamı kullanılmış ve buna ek olarak materyal, öğrenenlerin daha önceden görmüş oldukları eşit kollu terazi, denge prensibi ve oran, orantı kavramları üzerine inşa edilmiştir.

Güven Stratejisi: Güven, öğrenenlerin başarı için olumlu beklentiler oluşturmalarına ve başarılarının, şansa veya görevin çok kolay ya da zor olmasına değil, kendi yeteneklerine ve çabalarına bağlı olduğuna inanmalarına yardımcı olmaktır (Keller & Suzuki, 2004). ARCS motivasyon modeline göre güven stratejisi, öğrenme gereksinimleri, başarı fırsatları ve kişisel kontrol olmak üzere üç alt stratejiden oluşmaktadır (Keller; 1987b).

a) Öğrenme Gereksinimleri: Öğrenenlerin kendilerinden ne beklendiğini bilmelerini sağlamak, güven aşılamanın en basit yollarından biridir. Öğrenenlerin, öğretim süreci için gerekli yetenek ve ön koşullara sahip olmaları durumunda, performans gereksinimleri ve değerlendirme kriterleri net ise başarı beklentileri çok daha yüksek olacaktır. Öğretim sürecinde kullanılan materyalde yer alan problem durumlarının çözümünde başarılı olabilmesi için öğrenenlerin hangi kriterleri sağlamasının gerektiği daha önceden öğrenenlere bildirilmiştir. Bununla birlikte öğretim süreci sonunda yapılacak değerlendirme için kullanılacak ölçme aracı hakkında bilgiler verilmiş (soru türü, soru sayısı v.b) ve değerlendirme esnasında yeterli zaman verileceği açıklanmıştır.

b) Başarı Fırsatları: Öğrenenlerin anlamlı görevlerde gerçekten başarılı olmaları önemlidir. Bu nedenle, öğretim sürecinde öğrenenlere, bilgi ve becerilerini kullanarak başarılı olabilmeleri için uygun imkân ve olanaklar sağlanmalıdır. Öğretim sürecinde kullanılan

materyal tasarlanırken, öğrenenlerin seviyelerine uygun problem durumları belirlenmiş, bu problem durumları kolaydan zora doğru olarak sıralanmıştır. Bununla birlikte materyalde yer alan problem durumları, öğrenenlerin sıkılıp gevşemesine engel olacak zorluk seviyesinde ve sırasında sunulmuştur. Böylelikle öğrenenleri başarılı olma fırsatı sunmak amaçlanmıştır.

c) Kişisel Kontrol: Öğrenenler, öğrenme ortamı üzerinde kontrole sahip olmaktan hoşlanır ve bu kontrolün yanı sıra ilerlemeleri hakkında yapıcı geri bildirim almak isterler. Deneyimsel öğrenme etkinlikleri ve problem çözme gerektiren diğer yöntemler, öğrenene, başarılı olmak için kişisel kontrol gereken durumlar sağlar. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, kontrol tamamen öğrenene bırakılacak şekilde tasarlanmıştır. Öğrenenlerin vermiş olduğu kararlar neticesinde her bir görev için materyalde dönütler kullanılmıştır. Bu sayede öğrenenlerin, çaba ve yeteneklerinin desteklenmesi, hatalarının nedenlerini görmesi ve düzeltici önlemler alması amaçlanmıştır.

Doyum Stratejisi: Doyum, öğrenenlerin öğretim deneyi hakkında olumlu duygulara sahip olmaları ve öğrenme motivasyonlarının artması için gereklidir (Keller, 2008). ARCS motivasyon modeline göre doyum stratejisi, doğal sonuçlar, olumlu sonuçlar ve eşitlik-adalet olmak üzere üç alt stratejiden oluşmaktadır (Keller; 1987b).

a) Doğal Sonuçlar: Performans odaklı öğretimin en ödüllendirici sonuçlarından biri, yeni edinilen beceri veya bilgileri kullanmaktır. Eğer dersin ilgi düzeyi önceden belirlenmişse ve öğrencinin uygulama fırsatları varsa, o zaman öğrencinin içsel motivasyonu yüksek olacak ve dışsal ödüller için daha az gereklilik olacaktır. Öğretim sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken dört farklı seviye belirlenmiş ve görevler zorluk düzeyine göre bu seviyelerde sıralanmıştır. Bu sayede öğrenenin bir seviyeyi başarması durumunda elde ettiği kazanımı, bir sonraki seviyede kullanabilmesi için fırsatlar sunulmuştur.

b) Olumlu Sonuçlar: Öğreneni istenilen davranışa teşvik etmek, davranışını şekillendirmek ve sürdürmek için, ödüller, parasal ikramiyeler, sertifikalar gibi dışsal ödüller ve olumlu geri bildirimler kullanılarak motivasyonlarının artmasını sağlamaktır. Öğretim sürecinde kullanılacak materyal tasarlanırken, bir görevin başarılması durumunda alkış ses efekti eklenmiş ve öğrenene sonraki göreve geçebilme imkânı verilmiştir. Bununla birlikte öğrenenlere görevleri başarmaları durumunda övgü dolu sözler söylenmiştir. Her uygulama dersinin sonunda öğrenenler gruplara ayrılmış ve yarışma yapılmıştır. Yarışma sonucunda dereceye giren öğrenenler tebrik edilmiştir.

c) Eşitlik-Adalet: Öğrenme sürecinde, öğrenenlerin performanslarının değerlendirilmesi işleminin tutarlı ve adil bir şekilde yürütülmesidir. Öğrenenler, performanslarını ve başarılarını diğer sınıf arkadaşlarıyla karşılaştırma eğilimindedir ve bu nedenle, notlar ve geri bildirimler, memnuniyetin olumsuz etkilenmemesi için adil ve hakkaniyetli olarak algılanmalıdır. Öğrenme sürecinde kullanılan materyal tasarlanırken, her öğrenene aldığı kararlar sonucunda materyalin verdiği dönüt aynı olarak tasarlanmıştır. Materyalde kişiye özel herhangi bir işleme yer verilmemiştir. Bununla birlikte değerlendirme kısmında kullanılan ölçme aracıda önceden belirlenmiş dereceli puanlama anahtarına göre hakkaniyetli olarak yapılmıştır.

3.3.1.3. Geliştirme

Geliştirme aşaması, analiz ve tasarım aşamalarına bağlıdır. Bu aşamada öğretim tasarımcısı, teknolojiyi eğitim ortamı ve süreci ile bütünleştirir. Eğitim tasarımı için bir örnek oluşturma, materyali geliştirme ve pilot uygulama yapma, bu aşamanın adımlarıdır (Aldoobie, 2015; Allen, 2006; Cheung, 2016).

Bu aşamada ilk olarak analiz ve tasarım aşamalarında elde edilen bilgiler ışığında, bir uzman yazılım geliştirici ile birlikte, unity yazılım geliştirme programı kullanılarak her görevden bir tane olmak üzere dört görevden oluşan bir örnek uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen prototipin alfa testi, yazılımcılar, tasarımcılar ve ders öğretmenleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu test sonucunda, bazı tasarımsal eksiklikler belirlenmiştir. İlk olarak, çubuğun herhangi bir kancasına yük takılınca hareket etme hızının oldukça yüksek olduğu görülmüş ve çubuğun animasyon hızı düşürülerek sorun giderilmiştir. Bazı görevlerde sistemin yanlış tepki verdiği görülmüş ve ilgili görevler için yazılımsal olarak düzenleme yapılmıştır. Daha sonra 12 öğrenciden oluşan bir grupla beta testi gerçekleştirilmiştir. Beta testi sonucunda mekanizmanın her iki tarafında yer alan kanca sayısının fazlalığının, kullanıcıların deneme yanılma süresini oldukça arttırdığı görülmüştür. Bunun üzerine görevler ile ilgili tekrar bir çalışma yapılmış ve tüm görevlerin, her iki tarafta altı kanca kullanılarak oluşturulması kararlaştırılmıştır. Buna bağlı olarak denge çubuğu ve görevler revize edilmiştir. Böylelikle hem kullanıcının deneme-yanılma durumlarında gereğinden fazla zaman harcamasının önüne geçilmiş ve hem de daha sade ve anlaşılır bir görüntü elde edilmiştir. Ayrıca beta testi ile kullanıcıların kanca sırasını tespit etmekte zorlandığı belirlenmiş ve buna bağlı olarak

çubuk üzerine her kanca için sıra numarası eklenmiştir. Buna ek olarak, tüm görevlere numara verilmiş ve ekranın sol üst kısmına "seviye-sıra" şeklinde numara eklenmiştir.

Alfa ve Beta testi sonucunda ortaya çıkan ve yukarıda bahsedilen düzenlemelerden sonra, denge çubuğu materyali, dört seviye ve kırk görev olarak yazılım geliştirme uzmanı ile birlikte geliştirilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir (EK 1).

3.3.1.4. Uygulama

Uygulama aşaması, planı eyleme dönüştürme aşamasıdır. Öncelikle ders öğretmenlerini materyal hakkında eğitmek, öğrencileri öğretim sürecine hazırlamak ve öğrenme ortamını belirleyip düzenlemek, bu aşamanın adımlarıdır (Aldoobie, 2015; Allen, 2006; Cheung, 2016).

Bu aşamada ilk olarak, araştırmaya katılan tüm öğrencilerin velilerinden veli izin formu alınmıştır. İki grupta da matematik dersi veren ders öğretmeni ile görüşülmüş ve öğretmen yapılacak araştırma ve içeriğinden haberdar edilmiştir. Deney grubu öğrencilerine uygulama öncesinde, hazırlanan bir powerpoint sunumu ile öğretim süreci hakkında bilgi verilmiş ve bu öğretim sürecinin bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirileceği açıklanmıştır. Uygulamanın günleri ve süresi de belirtilmiştir.

Okulun bilgisayar laboratuvar imkânları gözden geçirilmiş, laboratuvarda 21 adet bilgisayar bulunduğu görülmüş, ancak yapılan kontrolde materyalin düzenli çalıştığı bilgisayar sayısı 20 olarak belirlenmiştir. Yeni bilgisayar temini ile bilgisayar sayısı deney grubundaki her öğrenciye bir adet olmak üzere 23 adede çıkarılmıştır. Bilgisayar laboratuvarı sorumlu öğretmeni ile görüşülmüş ve deney grubu öğrencilerinin haftada 2 ders saati olan uygulama dersi esnasında laboratuvarı kullanabilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirilen materyalin bilgisayarlara kurulumu gerçekleştirilmiş, böylelikle öğrenme ortamı uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Ön Testler

Belirlenen deney ve kontrol grubu öğrencilerine orantısal akıl yürütme beceri ölçeği öntest olarak uygulanmıştır. Buna ek olarak deney grubu öğrencilerine ayrıca öğretim materyali motivasyon ölçeği de öntest olarak uygulanmıştır. Öntest uygulama süreci 1 ders saati süresinde gerçekleştirilmiştir.

Öğretim Süreci

Deney grubu öğrencilerine araştırmacı tarafından gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretim uygulanırken, kontrol grubu öğrencileri ders öğretmeni tarafından MEB öğretim programına dayalı olarak gerçekleştirilen öğretime devam etmiştir. Öğretim süreci uygulamaları grupların haftada iki ders saati olan matematik uygulama derslerinde ve toplamda 6 hafta 12 ders saati sürede gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı ve ders öğretmeni süreç boyunca birbirlerinin derslerini takip etmişlerdir. Deney grubunda gerçekleştirilen öğretim süreci aşağıda sunulmuştur.

Birinci hafta, öğrenciler ile tanışma, araştırmanın ve geliştirilen materyalin hazırlanan sunum ile tanıtımı ve öntestlerin uygulanması ile geçmiştir. Öğrencilerin, araştırma konusuna ilgi duyması ve derslerin bilgisayar ortamında işlenmesine dair olumlu düşünceleri dikkat çekmiştir. *İkinci hafta,* dersin ilk yarısı "tek çokluk ile akıl yürütmeden iki çokluk ile akıl yürütmeye geçiş" dönüşümü temele alınarak geliştirilen öğretim materyalinin birinci seviyesinde yer alan 10 adet görevin öğrenciler tarafından çözülmesine ayrılmıştır. *Üçüncü hafta,* dersin ilk yarısı "toplamsal karşılaştırmadan çarpımsal karşılaştırmaya geçiş" dönüşümü temele alınarak geliştirilen öğretim materyalinin ikinci seviyesinde yer alan 10 adet görevin öğrenciler tarafından çözülmesine ayrılmıştır. *Dördüncü hafta,* dersin ilk yarısı "birleşik birimler ile akıl yürütmeden çarpımsal karşılaştırma ile akıl yürütme" dönüşümü temele alınarak geliştirilen öğretim materyalinin üçüncü seviyesinde yer alan 10 adet görevin öğrenciler tarafından çözülmesine ayrılmıştır. *Beşinci hafta,* dersin ilk yarısı "birleşik birimlerin tekrarlanması ile birkaç denk oran oluşturmadan sonsuz sayıda eşdeğer oran oluşturmaya geçiş" dönüşümü temele alınarak geliştirilen öğretim materyalinin dördüncü seviyesinde yer alan 10 adet görevin öğrenciler tarafından çözülmesine ayrılmıştır.

İkinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci hafta derslerinin ikinci yarılarında ilk olarak tüm görevler tüm sınıf ile birlikte, öğrencilerin fikirleri alınarak ve yerinde sorular ile aralarında fikir tartışmaları yapmaları sağlanarak çözülmüştür. Sonrasında, öğrenciler gruplara ayırılmış ve yarışma düzenlenmiş, birinci olan öğrenci tüm sınıf ile birlikte tebrik edilmiştir. Dersin son kısmında bir sonraki hafta geçilecek olan seviyeye dair örnekler sunulmuş ve öğrencilerin meraklanmaları sağlanmıştır.

Altıncı hafta, dersin ilk yarısında öğretim materyalinin tüm seviyelerinde yer alan toplam kırk görev, tüm sınıf ile birlikte fikir alışverişleri ile çözülmüştür. Dersin ikinci yarısı ise sontestlerin uygulanması ile geçmiştir.

Son Testler

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine orantısal akıl yürütme beceri ölçeği sontest olarak uygulanmıştır. Buna ek olarak deney grubu öğrencilerine ayrıca öğretim materyali motivasyon ölçeği de sontest olarak uygulanmıştır. Sontest uygulama işlemi 1 ders saati süresinde gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.5. Değerlendirme

Öğrenci ihtiyaçlarını karşılamak için öğretim tasarımı ve materyallerinin kullanarak hedeflerimize ulaştığımızdan emin olmak için her bir adımı değerlendirmek çok önemlidir. Değerlendirme, biçimlendirici değerlendirme ve özetleyici değerlendirme olmak üzere iki tür değerlendirme süreci içermektedir. Biçimlendirici değerlendirme ise kendi içinde bire bir değerlendirme, küçük değerlendirme grubu ve sahada deneme olmak üzere üç temel sürece ayrılmaktadır (Aldoobie, 2015; Allen, 2006; Cheung, 2016).

Denge çubuğu materyali tasarımından sonra gerçekleştirilen alfa ve beta testleri biçimlendirici değerlendirme kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda materyal üzerinde birçok güncelleme yapılmıştır. Bunlar "geliştirme" bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur. Özetleyici değerlendirme olarak, beta testine katılan öğrencilerin materyal ile ilgili görüşleri alınmış, uygulanabilirliği değerlendirilmiş ve eksiklikler tespit edilerek gerekli güncellemeler yapılmıştır.

3.3.2 Veri Toplama Araçları

Çalışmada, araştırma modeli çerçevesinde bağımlı değişkenlere ilişkin ölçümlerde nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bunlar, Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği (OAYBÖ) ve Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (OMMÖ)'dir.

1) OAYBÖ: Akkuş ve Duatepe-Paksu (2006) tarafından geliştirilen OAYBÖ ölçeği, araştırma kapsamında, deney ve kontrol grubu öğrencilerine, öğretim süreci öncesi öntest ve öğretim süreci sonrası son test olarak uygulanmıştır.
2) ÖMMÖ: Keller (1993) tarafından geliştirilen, Dinçer ve Doğanay (2016) tarafından Türkçeye uyarlanan OMMÖ ölçeği, araştırma kapsamında deney grubu öğrencilerine, öğretim deneyi öncesi ön test ve öğretim deneyi sonrası son test olarak uygulanmıştır.

3.3.2.1 Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği (OAYBÖ)

Akkuş ve Duatepe-Paksu (2006) tarafından geliştirilen OAYBÖ ölçeği, yedisi "bilinmeyen değeri bulma", üçü "niceliksel karşılaştırma", dördü "niteliksel karşılaştırma" ve biri "ters orantı" türünde olmak üzere 15 maddeden oluşmaktadır (EK 2). Ölçeğin geliştirilmesi sırasında araştırmacılar tarafından 7.sınıf ve 8.sınıf seviyesindeki toplam 304 öğrenciden elde edilen veriler ile yapılan hesaplamalar sonucunda, ölçeğin Cornbach alpha güvenirlik katsayısı .86 bulunurken, maddelerin hesaplanan ayırıcılık indeksi değerlerinin .50 ile .71 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, açık uçlu maddelerden oluşan ölçeğin değerlendirmesine yönelik dereceli puanlama anahtarı da geliştirmişlerdir. Dereceli puanlama anahtarına göre, bilinmeyen değeri bulma ve ters orantı ile ilgili maddeler 0 ile 3 arasında, niceliksel karşılaştırma ve niteliksel karşılaştırma ile ilgili maddeler 0 ile 4 arasında puanlanmaktadır. Ölçekte yer alan tüm maddelerin dereceli puanlama anahtarında yer alan kriterlere göre doğru yanıtlanması durumunda alıncak tam puan 53'tür.

OAYBÖ – Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerilerini ölçmek için kullanılan OAYBÖ'deki ifadelerin, kullanılan dil bakımından anlamlı olup olmadığını belirlemek ve orantısal akıl yürütme becerisini ölçüp ölçmediğini test etmek için uzman görüşüne başvurulmuştur. Bunun ardından uygulama yapılacak sınıf düzeyi ile aynı düzeydeki 24 öğrenci ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda elde edilen veriler ile analizler yapılmıştır. Ölçeği geliştiren araştırmacıların elde ettiği sonuca paralel olarak, ölçekte yer alan maddelere yönelik gerçekleştirilen faktör analizi ile maddelerin iki ayrı faktörde toplandığı görülmüştür (Tablo 3.6).

Tablo 3.6.

OAYBÖ'deki Maddelerin Faktör Yükleri

Maddeler	Faktör 1	Faktör 2
M4	.92	
M5	.91	
M3	.88	
M2	.70	
M6	.68	
M7	.67	
M10	.60	
M1	.42	
M9	.39	
M8	.35	
M15	.31	
M13		.89
M14		.80
M12		.78
M11		.53

Tablo 3.6'da görüldüğü gibi ilk faktörü oluşturan maddelerin faktör yükleri .92 ile .31 arasında değişmekte iken, ikinci faktörü oluşturan maddelerin faktör yükleri .89 ile .53 arasında değişmektedir. Tabachnick & Fidell (2007)'e göre bir maddenin bir faktöre olan faktör yükünün en az .32 olması gerekmektedir. Bir değişkenin .30'luk faktör yükü, faktör tarafından açıklanan varyansın %9 olduğunu gösterir, bu düzeydeki varyans dikkat çekicidir (Büyüköztürk, 2002). Ölçme aracındaki maddeler dikkate alındığında, ilk faktörde toplanan maddelerin sayısal veriler kullanarak oluşturulan orantısal akıl yürütme maddeleri, ikinci faktörde toplanan maddelerin ise sayısal veriler kullanılmadan oluşturulan maddeler olduğu görülmektedir. Pilot çalışmada OAYBÖ'nin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı .88 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.7).

Tablo 3.7.

OAYBÖ Güvenirlik Analizi Sonuçları

Faktör	Madde Sayısı	Madde Varyansları toplamı	Toplam varyans	Cronbach Alfa Değeri
Sayısal veri içeren maddeler	11	15,24897	72,46901	.87
Sayısal veri içermeyen maddeler	4	8,468492	21,65857	.81
OAYBÖ	15	23,71746	134,9272	.88

Büyüköztürk (2007, s.171)'e göre bir ölçme aracının hesaplanan Cronbach Alfa güvenirlik katsayısının .70 ve daha yüksek olması, test puanlarının güvenirliği için yeterlidir. Tablo 3.7'deki değerler OAYBÖ'nin güvenirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

3.3.2.2 Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ)

Öğretim materyaline ilişkin motivasyon ölçeği, Keller (1993) tarafından geliştirilmiş ve Dinçer ve Doğanay (2016) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır (EK 3). Ölçek on "dikkat", sekiz "uygunluk", dokuz "güven" ve altı "doyum" türünde olmak üzere 33 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı .93 olarak hesaplanmıştır. Maddelerin hesaplanan ayırıcılık indeksleri .33 ile .84 arasında değişmektedir. Keller (1993)'in geliştirmiş olduğu ölçeğin orijinal sürümü, 10 tanesi olumsuz ifadeler taşıyan maddeler olmak üzere 36 maddeden oluşmaktadır. Türkçe uyarlama çalışması esnasında, yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılımdan saptığı görülmüş, detaylı inceleme ile sorunlu maddelerin olumsuz ifadeler içeren maddeler olduğu belirlenmiştir. Bahsi geçen maddelerdeki olumsuz ifadeler olumlu ifadelere çevrilmiştir. Bu işlem sonucunda olumlu ifadenin anlamlı bir hale gelmemesinden dolayı 3 madde ölçekten çıkarılmıştır. Ölçekteki her bir madde, 1(Doğru değil) ile 5(Çok doğru) arasında puanlanmaktadır. Buna göre ölçekte en düşük puan 33, en yüksek puan 165'tir. Bu bilgiler ile birlikte araştırmacılar tarafından ölçek puanlaması normal dağılım ilkelerine göre hesaplanmış ve puan yorumlarının aşağıdaki Tablo 3.8'de belirtildiği gibi yapılması önerilmiştir.

Tablo 3.8.

OMMÖ Seviyelerine Göre Alt-Üst Puan Değerleri

Puan	Seviye
33.00 - 37.00	Çok düşük
37.01 - 54.00	Düşük
54.01 - 143.99	Orta
144.00 - 160.99	Yüksek
161.00 - 165.00	Çok Yüksek

ÖMMÖ – Geçerlilik ve Güvenirlik

Araştırmada, deney grubu öğrencilerine öğretim süreci öncesinde öntest, sonrasında son test olarak uygulanan ÖMMÖ'nün, uygulamadan önce katılımcılar ile aynı seviyede 24 öğrenci ile pilot uygulaması gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, Ölçeği Türkçe'ye uyarlayan araştırmacıların bulmuş olduğu sonuçlara paralel olarak, ölçekte yer alan maddelere yönelik faktör analizi ile maddelerin dört ayrı faktörde toplandığı belirlenmiştir. Buna göre faktörler; dikkat (2, 8, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26 ve 27. maddeler), uygunluk (6, 9, 10, 15, 17, 22, 28 ve 30. maddeler), güven (1, 3, 4, 7, 12, 18, 24, 31 ve 32. maddeler) ve doyum (5, 13, 20, 25, 29 ve 33. maddeler) olarak elde edilmiştir. Faktör analizi ile "Dikkat" faktörünü oluşturan maddelerin faktör yüklerinin .52 ile .76, "uygunluk" faktörünü oluşturan maddelerin faktör yüklerinin .44 ile .72, "güven" faktörünü oluşturan maddelerin faktör yüklerinin .33 ile .67 ve "doyum" faktörünü oluşturan maddelerin faktör yüklerinin .69 ile .81 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pilot çalışma ile ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı .94 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.9).

Tablo 3.9.

ÖMMÖ Güvenirlik Analizi Sonuçları

Faktör	Madde Sayısı	Madde Varyansları toplamı	Toplam varyans	Cronbach Alfa Değeri
Dikkat	10	17,17959	72,55955	.83
Uygunluk	8	12,84688	34,75236	.71
Güven	9	14,59735	50,78261	.79
Doyum	6	10,57467	36,51796	.82
ÖMMÖ	33	55,19849	635,9924	.94

Tablo 3.9'da ki değerler OMMÖ ölçeğinin güvenirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

3.4 Verilerin Analizi

Araştırmada öğretim süreci öncesi ve sonrası deney ve kontrol gruplarında yapılan ölçümlerde OAYBÖ ve ÖMMÖ kullanılmıştır. OAYBÖ, deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerilerinin ölçülmesinde öntest ve sontest olarak, ÖMMÖ ise deney grubu öğrencilerinin öğretim materyaline yönelik motivasyonlarının ölçülmesinde öntest ve sontest olarak kullanılmıştır. Elde edilen verilerin tamamının analizi R programında graphics (Murrell, 2005), psych (Revelle, 2022) ve stats (R Core Team, 2022) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın amaçları ve modeli çerçevesinde elde edilen verilerin analizinde;

- Deney ve kontrol gruplarının öntest ve sontest puanlarına ilişkin istatistiklerde frekans, yüzde, standart sapma, aritmetik ortalama ve normallik testleri,
- Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanları farklılıklarını karşılaştırmak ve farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan hipotez testlerinden Kruskal Wallis testi,
- Deney grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları farklılıklarını karşılaştırmak ve farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan hipotez testlerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi,
- Kontrol grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları farklılıklarını karşılaştırmak ve farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan hipotez testlerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi,
- Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanları farklılıklarını karşılaştırmak ve farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan hipotez testlerinden Kruskal Wallis testi,
- Deney grubunun motivasyon düzeyi öntest-sontest puanları farklılıklarını karşılaştırmak ve farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan hipotez testlerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi,

yapılmıştır. Gruplar normal dağılım göstermediği için parametrik olmayan hipotez testleri tercih edilmiştir. Tüm testlerde .05 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde, deneysel çalışma sonucunda bağımlı değişkenlere yönelik elde edilen verilerin analizi ile alt problemlere ilişkin elde edilen bulgulara ve yorumlarına yer verilmiştir.

4.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisine İlişkin Bulgular ve Yorum

Orantısal akıl yürütme becerisine ilişkin alt problemlere yönelik verilerin analizinden önce grupların orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest puanlarının betimsel istatistikleri ve yapılacak testlere karar vermek için öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği araştırılmıştır. Grupların orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest puanlarına dair betimsel istatistikler Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1.

Grupların Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri

Gruplar	N	Öntest		Sontest	
		$\bar{x}$	Ss	$\bar{x}$	Ss
Deney	23	13.87	10.60	30.74	12.05
Kontrol	21	21.33	11.95	22.19	10.74

Tablo 4.1'de görüleceği gibi hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi aritmetik ortalamaları sontestte artmıştır. Deney grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanları ortalaması 13.87 iken, son testte 30.74'e yükselmiştir. Benzer şekilde, kontrol grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanları ortalaması 21.33 iken, son testte 22.19'a yükselmiştir.

Bu bulgulara göre kontrol grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest ortalama puanları, deney grubundan yüksektir. Ancak deney grubunun sontest ortalama puanları, kontrol grubundan yüksektir. Ortalamalar arasındaki bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılacak istatistiksel analizlere karar verebilmek adına öncelikle her iki grubun öntest ve sontest puan dağılımlarının normalliği incelenmiştir. Puanların normal dağılım gösterip göstermediğine karar vermek için birden fazla yöntem kullanılmıştır. İlk olarak grupların öntest ve sontest puan dağılımlarının çarpıklığına ve basıklığına bakılmış ve sonrasında çarpıklık katsayısının standart hataya bölünmesi ile elde edilen z istatistiği hesaplanmış ve son olarak grup büyüklüğü 50'nin altında olduğundan Shapiro-Wilk testi gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk, 2007). Deney grubunun puan dağılımlarının çarpıklık ve basıklık değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk testi sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2.

Deney Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları

		Çarpıklık	Basıklık	z	Shapiro-Wilk	
Grup					İstatistik	p
Deney Grubu	Öntest	0.64	-0.48	0.29	0.932	0.124
	Sontest	-0.71	-0.14	-0.28	0.951	0.316

Tablo 4.2 incelendiğinde deney grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest puan dağılımının çarpıklık değeri 0.64, basıklık değeri -0.48, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.71, basıklık değeri -0.14 olduğu görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +2 ve -2 değerleri arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Öte yandan, öntest puan dağılımı için z istatistiği 0.29 iken, sontest puan dağılımı için -0.28 olarak hesaplanmıştır. z istatistiğinin 1,96'dan küçük çıkması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Son olarak, Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, deney grubu öntest puanları ($p>.05$) ve sontest puanlarının ($p>.05$) normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Benzer şekilde, kontrol grubunun puan dağılımlarının çarpıklık ve basıklık değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk testi sonuçları Tablo 4.3'de sunulmuştur.

Tablo 4.3.

Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları

		Çarpıklık	Basıklık	z	Shapiro-Wilk	
Grup					İstatistik	p
Kontrol Grubu	Öntest	0.49	-1.18	0.19	0.904	0.043
	Sontest	0.51	-0.52	0.22	0.929	0.137

Tablo 4.3 incelendiğinde kontrol grubu orantısal akıl yürütme becerisi öntest puan dağılımının çarpıklık değeri 0.49, basıklık değeri -1.18, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri 0.51, basıklık değeri -0.52 olduğu görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +2 ve -2 değerleri arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Öte yandan, öntest puan dağılımı için z istatistiği 0.19 iken, sontest puan dağılımı için 0.22 olarak hesaplanmıştır. z istatistiğinin 1,96'dan küçük çıkması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Son olarak, Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, kontrol grubu orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanlarının normal dağılım gösterdiği ($p>.05$), ancak öntest puanlarının normal dağılım göstermediği görülmektedir ($p<.05$).

Kontrol grubu orantısal akıl yürütme becerisi öntest puanlarının normal dağılım göstermemesi ve grup büyüklüklerinin küçük olması nedeniyle araştırma sorularının cevaplandırılmasında parametrik olmayan testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

4.1.1 Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın birinci alt problemi "Deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir. Bu problem için, aynı bireylerden farklı iki zamanda elde edilen veriler arasında fark olup olmadığının test edilmesi gerektiğinden Wilcoxon işaretli sıralar testi gerçekleştirilmiştir. Teste yönelik bilgiler Tablo 4.4'de sunulmuştur.

Tablo 4.4.

Deney Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

		N	$\bar{x}$	Ss	t	p
Deney Grubu	Öntest	23	13.87	10.60	79	0.03
	Sontest	23	30.74	12.05		

Tablo 4.4'de görüldüğü üzere deney grubu orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest puanlarında anlamlı bir artış olmuştur ($p<.05$). Yani, deney grubu öğrencilerinin deneysel işlem sonrasında orantısal akıl yürütme becerisi puanları anlamlı bir şekilde artmıştır. Öğrencilerin uygulama öncesi puanlarının ortalaması $\bar{x}$ = 13.87 iken, uygulama sonrasında $\bar{x}$ = 30.74'e yükselmiştir.

4.1.2 Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın ikinci alt problemi "Kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir. Bu problem için, aynı bireylerden farklı iki zamanda elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadığının test edilmesi gerektiğinden Wilcoxon işaretli sıralar testi gerçekleştirilmiştir. Teste yönelik bilgiler Tablo 4.5'de sunulmuştur.

Tablo 4.5.

Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

		N	$\bar{x}$	Ss	t	p
Kontrol Grubu	Öntest	21	21.33	11.95	187	0.40
	Sontest	21	22.19	10.74		

Tablo 4.5'de görüldüğü üzere kontrol grubu orantısal akıl yürütme becerisi öntest ve sontest puanlarında anlamlı bir artış olmamıştır ($p>.05$). Yani, kontrol grubu öğrencilerinin araştırma süresi boyunca MEB öğretim programına dayalı olarak gerçekleştirdikleri eğitim sonrasında orantısal akıl yürütme beceri testi puanları anlamlı bir şekilde artmamıştır.

4.1.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var

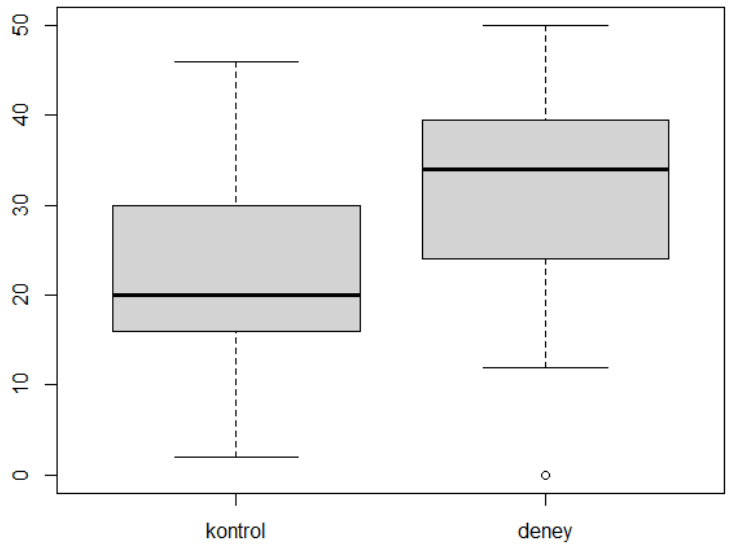
mıdır?" şeklindedir. Bu problem için, farklı iki gruptan elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadığının test edilmesi gerektiğinden Kruskal-Wallis testi gerçekleştirilmiştir. Testin sonuçları Tablo 4.6'da sunulmuştur.

Tablo 4.6.

Deney ve Kontrol Grubu Orantısal Akıl Yürütme Becerisi Testi Sontest Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis testi Sonuçları

Grup	N	$\bar{x}$	ss	x^2	p
Deney	23	30.74	12.05	6.16	0.013
Kontrol	21	22.19	10.74		

Deney ve kontrol grubu orantısal akıl yürütme beceri testi sontest puanlarının dağılımını gösteren kutu grafiği Şekil 4.1'de ayrıca sunulmuştur.



Şekil 4.1. Deney ve kontrol grupları orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanlarına ilişkin kutu grafiği

Tablo 4.6 ve *Şekil 4.1* incelendiğinde, deney ve kontrol grubu orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanlarının birbirinden anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmektedir($p<.05$). Yani, gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretim sürecine dâhil olan deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanları ile MEB öğretim programına dayalı öğretime devam eden kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi sontest başarı puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır.

4.2 Motivasyona İlişkin Bulgular ve Yorum

Öncelikle deney grubunun motivasyon ve alt faktörlerine (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) dair öntest ve sontest puanlarının betimsel istatistikleri ve yapılacak testlere karar vermek için öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği araştırılmıştır. Deney grubunun motivasyon ve alt faktörleri (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest ve sontest puanlarına dair betimsel istatistikler Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7.

Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri

		N	Madde Sayısı	$\bar{x}$	Ss
Dikkat Faktörü	Öntest	23	10	30.52	8.10
	Sontest			40.48	4.94
Uygunluk Faktörü	Öntest	23	8	20.22	6.43
	Sontest			30.65	4.50
Güven Faktörü	Öntest	23	9	24.22	8.27
	Sontest			34.91	4.20
Doyum Faktörü	Öntest	23	6	16.96	5.94
	Sontest			25.87	2.75
Motivasyon	Öntest	23	33	91.92	25.79
	Sontest			131.91	13.42

Tablo 4.7'de görüleceği gibi deney grubu öğrencilerinin motivasyon ve alt faktörleri puanlarının aritmetik ortalamaları sontestte artmıştır. Deney grubunun dikkat faktörü puanı öntest ortalaması 30.52 iken sontestte 40.48'e, uygunluk faktörü puanı öntest ortalaması 20.22 iken sontestte 30.65'e, güven faktörü puanı öntest ortalaması 24.22 iken sontestte 34.91'e, doyum faktörü puanı öntest ortalaması 16.96 iken sontestte 25.87'e ve genel olarak motivasyon düzeyi puanı öntest ortalaması 91.92 iken, son testte 131.91'e yükselmiştir. Yani, deney grubu öğrencilerinin motivasyon ve alt faktörleri ortalama puanları, deneysel işlem sonrasında farklılık göstermiştir. Bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılacak istatistik analizlere karar verebilmek adına öncelikle grubun öntest ve sontest puan dağılımlarının normalliği incelenmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine karar vermek için birden fazla yöntem kullanılmıştır. İlk olarak grubun öntest ve sontest puan dağılımlarının çarpıklığına ve basıklığına bakılmış ve sonrasında çarpıklık katsayısının

standart hataya bölünmesi ile elde edilen z istatistiği hesaplanmış ve son olarak grup büyüklüğü 50'nin altında olduğundan Shapiro-Wilk testi gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk, 2007). Deney grubunun motivasyon ve alt faktörleri (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest ve sontest puan dağılımlarının çarpıklık ve basıklık değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk testi sonuçları Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.8.

Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Değerleri, z istatistiği ve Shapiro-Wilk Tesi Sonuçları

		Çarpıklık	Basıklık	z	Shapiro-Wilk	
					İstatistik	p
Dikkat Faktörü	Öntest	-0.87	0.29	-0.51	0.925	0.086
	Sontest	-0.29	-1.02	-0.28	0.961	0.497
Uygunluk Faktörü	Öntest	-0.21	-0.74	-0.15	0.973	0.772
	Sontest	-0.22	-1.25	-0.23	0.938	0.163
Güven Faktörü	Öntest	-0.58	-1.14	-0.33	0.895	0.020
	Sontest	0.45	-0.01	0.51	0.956	0.392
Doyum Faktörü	Öntest	-0,47	-0.84	-0.37	0.935	0.142
	Sontest	-0.03	-1.23	-0,05	0.950	0.305
Motivasyon	Öntest	-0.63	-0.64	-0.11	0.942	0.207
	Sontest	0.06	-0.91	0.02	0.981	0.934

Tablo 4.8 incelendiğinde dikkat faktörü öntest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.87, basıklık değeri 0.29, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.29, basıklık değeri -1.02; uygunluk faktörü öntest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.21, basıklık değeri -0.74, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.22, basıklık değeri -1.25, güven faktörü öntest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.58, basıklık değeri -1.14, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri 0.45, basıklık değeri -0.01, doyum faktörü öntest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.47, basıklık değeri -0.84, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.03, basıklık değeri -1.23 ve son olarak motivasyon öntest puan dağılımının çarpıklık değeri -0.63, basıklık değeri -0.64, sontest puan dağılımının çarpıklık değeri 0.06, basıklık değeri -0.91 olduğu görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +2 ve -2 değerleri arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Öte yandan, dikkat faktörü öntest puan dağılımı için z istatistiği -0.51, sontest puan dağılımı için -0.28;

uygunluk faktörü öntest puan dağılımı için z istatistiği -0.15, sontest puan dağılımı için -0.23; güven faktörü öntest puan dağılımı için z istatistiği -0.33, sontest puan dağılımı için 0.51, doyum faktörü öntest puan dağılımı için z istatistiği -0.37, sontest puan dağılımı için -0.05; ve motivasyon öntest puan dağılımı için z istatistiği -0.11, sontest puan dağılımı için 0.02 olarak hesaplanmıştır. z istatistiğinin 1,96'dan küçük çıkması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Son olarak, Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, güven faktörü öntest puanları ($p<.05$) dışında tüm verilerin normal dağılım gösterdiği($p>.05$) görülmektedir.

Güven faktörü öntest puanlarının normal dağılım göstermemesi ve grup büyüklüklerinin küçük olması nedeniyle deney grubu öğrencilerinin motivasyonlarına ilişkin alt problemin cevaplanmasında parametrik olmayan testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

4.2.1 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dördüncü alt problemi "Deney grubu öğrencilerinin motivasyon ve alt faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir. Bu problemi yanıtlamak için aynı bireylerden farklı iki zamanda elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadığının test edilmesi gerektiğinden Wilcoxon işaretli sıralar testi gerçekleştirilmiştir. Teste yönelik bulgular Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9.

Deney Grubu Motivasyon ve Alt Faktörleri (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

		N	Madde Sayısı	$\bar{x}$	Ss	t	p
Dikkat Faktörü	Öntest	23	10	30.52	8.10	70	0.013
	Sontest			40.48	4.94		
Uygunluk Faktörü	Öntest	23	8	20.22	6.43	46.5	0.004
	Sontest			30.65	4.50		
Güven Faktörü	Öntest	23	9	24.22	8.27	47	0.004
	Sontest			34.91	4.20		
Doyum Faktörü	Öntest	23	6	16.96	5.94	38	0.006
	Sontest			25.87	2.75		
Motivasyon	Öntest	23	33	91.92	25.79	28.5	0.003
	Sontest			131.91	13.42		

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere dikkat, uygunluk, güven ve doyum faktörleri ile motivasyon öntest ve sontest puanlarında anlamlı bir artış olmuştur ($p<.05$). Yani, deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında tüm faktörleri ile birlikte motivasyon puanları anlamlı bir şekilde artmıştır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar, sonuçlara yönelik tartışmalar ve öneriler yer almaktadır.

5.1 Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma motivasyon stratejilerinin uygulandığı, bilgisayar destekli gerçekçi matematik eğitimine dayalı öğretimin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri ve motivasyonlarına etkisini belirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaca ulaşabilmek için araştırma problemi, birincisi "Deney grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?", ikincisi "Kontrol grubunun orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?", üçüncüsü "Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme becerisi sontest başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" ve son olarak dördüncüsü "Deney grubunun motivasyon ve alt faktörleri (dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde dört alt probleme ayrılmıştır. Bu nedenle bu bölümde önce orantısal akıl yürütme becerisine yönelik ilk üç alt problem ile ilgili, daha sonra motivasyona yönelik dördüncü alt problem ile ilgili sonuç ve tartışmalara yer verilecektir.

5.1.1 Orantısal Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada orantısal akıl yürütme becerisine dair öntest işleminde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden elde edilen veriler ile gerçekleştirilen parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi bulgularına göre kontrol grubu lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p=.04<.05$). Bununla birlikte gerçekleştirilen öntest sonucunda deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme beceri testi puanları aritmetik ortalaması 13.87, kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme beceri testi puanları aritmetik ortalaması 21.33 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, her iki grupta da öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını, orantısal akıl yürütme gerektiren problemlerin çözümünde oldukça zorlandıklarını göstermektedir. Bu bulgu alanyazındaki ilgili araştırmalar ile tutarlıdır (Adjiage & Pluvinage, 2007; Çelik, 2010; Gündoğdu, 2021; Karaduman, 2018; Lamon, 1999; Lamon, 2012; Langrall & Swafford, 2000; Pakmak, 2014; Pelen, 2014). Gerçekleştirilen öntest ile orantısal akıl yürütme beceri ölçeğinde yer alan açık uçlu problemlere dair elde edilen veriler özel olarak incelendiğinde, öğrencilerin en çok zorlandığı problemlerin, niceliksel karşılaştırma türündeki problemler olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu alanyazındaki ilgili araştırmaları desteklemektedir (Ben Chaim v.d., 1998; De la Cruz, 2013). Öte yandan öğrencilerin, orantısal problem formunda verilen, ancak orantısal olmayan türden ilişki içeren (toplamsal ilişki) problemin çözümünde genellikle yanlış oransal strateji kullandıkları(%65.90), doğru olarak toplamsal ilişki kurarak çözüme ulaşan öğrencilerin oranının ise oldukça düşük (%6.81) olduğu görülmüştür. Bu sonuç ise Atabaş, Öner (2016) ve Cansız Aktaş (2022) tarafından elde edilen sonuca paralel olarak, öğrencilerin orantısal olan ve olmayan problem türlerini ayırt etmekte zorlandığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında öğretim sürecinde kullanılmak üzere, orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimine yönelik Lobato v.d. (2010) tarafından belirlenen dönüşümler, gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı öğrenme ve öğretme ilkeleri (Heuvel-Panhuizen & Wijers, 2005) ve Keller'in ARCS motivasyon modeliyle ortaya koyduğu motivasyon stratejileri (Keller; 1987b) temel alınarak bir eğitsel materyal tasarlanmıştır. Öğrencilerin, oldukça karmaşık olan orantısal akıl yürütme kavramını anlamlandırmalarına ve bu becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak amacıyla tasarlanan öğretim sürecinde kullanılan bu materyal, herbiri orantısal akıl yürütme gerektiren on farklı gerçek problem durumunu içeren dört farklı seviyeden oluşmaktadır. Deney grubu öğrencileri ile 6 hafta (12

ders saati) süre ile gerçekçi matematik eğitimine dayalı bilgisayar destekli öğretim gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise MEB öğretim programına dayalı öğretime devam edilmiştir. Süreç sonunda her iki gruba da orantısal akıl yürütme beceri ölçeği sontest olarak uygulanmıştır. Deney grubunda ayrıca öğretim materyali motivasyon ölçeği de sontest olarak uygulanmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemi ile deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler ile gerçekleştirilen parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi bulgularına göre deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme beceri testi puanları anlamlı bir şekilde artmıştır. Araştırmanın ikinci alt problemi ile kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler ile gerçekleştirilen parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi bulgularına göre kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi puanlarında anlamlı bir şekilde artış olmamıştır. Araştırmanın üçüncü alt problemi ile deney ve kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanları arasında anlamlı fark olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler ile gerçekleştirilen parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi bulgularına göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerisi sontest puanlarında deney grubu lehine anlamlı bir şekilde farklılık oluşmuştur.

Öğretim öncesinde gerçekleştirilen öntest puanlarında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmişken, öğretim sonunda deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur. Yani kontrol grubuna göre daha düşük seviyede olan deney grubu öğrencileri öğretim süreci sonunda kontrol grubundan daha yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu ise, motivasyon stratejilerinin uygulandığı, bilgisayar destekli gerçekçi matematik eğitimine dayalı öğretimin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerisi üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla, sonuç olarak orantısal akıl yürütme becerisi geliştirilebilir bir beceridir ve geliştirilmesinde bilgisayar destekli GME yaklaşımı etkilidir. Ulaşılan bu sonucun alanyazındaki ilgili araştırma bulguları ile tartışılmasında yarar görülmüştür.

Gürler Karakoca (2019), Puglia (2016) ve Vizcaino (2020) tarafından 6.sınıf seviyesinde, Ayan Civak (2020), Çetiner (2022), Gündoğdu (2021) ve Khasawneh v.d. (2022) tarafından 7.sınıf seviyesinde, Küpcü (2008) tarafından 7. ve 8. sınıf seviyesinde, Wright (2011)

tarafından 5., 6. ve 7. sınıf seviyesinde, Knox (2017) tarafından 8. sınıf seviyesinde ve Öz (2000) tarafından 10.sınıf seviyesindeki öğrenciler ile gerçekleştirilen araştırmaların sonuçları, bu araştırmanın orantısal akıl yürütme becerisinin geliştirilebilir bir beceri olduğu sonucunu destekler niteliktedir. İlgili araştırmalarda orantısal akıl yürütme becerisi farklı öğretim yaklaşımları kullanılarak geliştirilmiştir. Küpcü (2008), etkinlik temelli öğretimin, Puglia (2016) robotik zorluklar ile donatılmış bir öğretim ortamının, Gürler Karakoca (2019) varsayıma dayalı öğrenme rotası ile gerçekçi matematik eğitimine dayalı bir öğretim sürecinin, Vizcaino (2020) sosyal yapılandırmacı öğretimin, Gündoğdu (2021) FETEMM etkinliklerinin, Çetiner (2022) kavram karikatürlerinin ve Khsawneh v.d. (2022) matematiksel hata analizine dayalı öğretimin orantısal akıl yürütme becerisi üzerinde olumlu etkisi olduğunu belirlemiştir. Mevcut araştırma sonuçlarından farklı olarak, Blessing (2015)'in, sanal manipülatif kullanımının 6.sınıf seviyesindeki öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği araştırma sonucunda, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha fazla kazanım elde ettiği, ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. İlgili araştırmada, hazırlanan iki adet öğretim materyalinin yeteri kadar etkili olmaması, mevcut çalışmada hazırlanan öğretim materyalinin etkili olması sonucu ile örtüşmese de, bu farklılığın materyal tasarımındaki farklılıklardan ya da uygulandığı çalışma grubundan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Alanyazında GME yaklaşımının farklı değişkenlere etkisini belirleyen araştırmaların gerçekleştirildiği görülmektedir. Akış (2022), Arseven (2010), Ay (2022), Kaylak (2014), Işık (2019), Özdemir (2008), Üzel (2007) ve Topçu (2021) GME yaklaşımının akademik başarıya, Akış (2022), Arseven (2010), Işık (2019) ve Topçu (2021) GME yaklaşımının matematik dersine yönelik tutuma, Arseven (2010) ve Hassibuan v.d. (2019) GME yaklaşımının problem çözme becerisine, Ay (2022) ve Putri ve Siyahputra (2019) GME yaklaşımının motivasyona, Ay (2022) ve Topçu (2021) GME yaklaşımının kalıcılığa, Cansız (2016) GME yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine, Akış (2022) GME yaklaşımının üstbilişsel becerilere, Widjaja ve Heck (2003) GME yaklaşımının grafik çizim becerisine ve Ayvalı (2013) GME yaklaşımının tahmin stratejilerine olumlu etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Ancak Kaylak (2014), GME yaklaşımının matematik dersine yönelik tutuma, Cansız (2016) ise GME yaklaşımının türev konusu özelinde akademik başarıya bir etkisinin olmadığını belirlemiştir. İlgili araştırma sonuçları incelendiğinde genel olarak GME yaklaşımının farklı değişkenler için, öğrenciler üzerinde olumlu etkisinin belirlendiği,

sadece iki çalışmada bir farkın oluşmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum uygulanan yaklaşımın, öğrencilerin düzeylerine uygun içeriğe sahip olmaması ve uygulama süresinin etki düzeyinin yeterli olmaması ile açıklanabilir. GME yaklaşımının orantısal akıl yürütme becerisi özelinde incelendiği araştırma sayısı yok denecek kadar azdır. Gürler Karakoca (2019), varsayıma dayalı öğrenme rotası ile GME yaklaşımına dayalı olarak desenlediği öğretim sürecinin altıncı sınıf seviyesindeki öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri üzerinde olumlu etkisini olduğunu belirlemiştir. Mevcut araştırma sonuçları alanyazına, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerisinin bilgisayar destekli GME yaklaşımına dayalı tasarlanan bir öğretim ile de geliştirilebileceği katkısını sunmaktadır.

Araştırma kapsamında öğretim süreci sonunda deney grubu öğrencilerine sontest olarak uygulanan orantısal akıl yürütme beceri ölçeğinde yer alan açık uçlu problem türlerine verilen cevapların detaylı analizi sonucunda, öğrencilerin en çok bilinmeyen değer, en az ise niceliksel karşılaştırma problemlerinde başarılı olduğu belirlenmiştir.

5.1.2 Motivasyona Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemi ile deney grubu öğrencilerinin motivasyon ve alt faktörleri(dikkat, uygunluk, güven ve doyum) öntest-sontest puanları arasında anlamlı fark olup olmadığı araştırılmıştır. Öğrencilerin dikkat faktörü puanı öntest ortalaması 30.52 iken sontestte 40.48'e, uygunluk faktörü puanı öntest ortalaması 20.22 iken sontestte 30.65'e, güven faktörü puanı öntest ortalaması 24.22 iken sontestte 34.91'e, doyum faktörü puanı öntest ortalaması 16.96 iken sontestte 25.87'e ve genel olarak motivasyon düzeyi puanı öntest ortalaması 91.92 iken, son testte 131.91'e yükselmiştir. Elde edilen veriler ile gerçekleştirilen parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi bulgularına göre deney grubu öğrencilerinin dikkat, uygunluk, güven ve doyum faktörleri ile motivasyon düzeyi öntest-sontest puanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır.

Tablo 3.8'de sunulan ÖMMÖ seviyelerine göre alt üst puan değerlerine göre öğrencilerin motivasyon düzeyleri incelendiğinde, öntest sonuçlarına göre ($\bar{x}$= 91.92) de sontest sonuçlarına göre ($\bar{x}$= 131.91) de orta düzeydedir. Motivasyon düzeyleri değişmese de ortalama motivasyon puanlarında 39.99 puan artış belirlenmiştir. Bununla birlikte her bir faktör ayrı ayrı incelendiğinde, dikkat faktöründe 9.96, uygunluk faktöründe 10.43, güven faktöründe 10.69 ve doyum faktöründe 8.91 puan artış belirlenmiştir. Bu sonuç, bilgisayar destekli GME yaklaşımına dayalı öğretim sürecinin öğrencilerin motivasyonlarını olumlu

olarak etkilediğini göstermektedir. Ulaşılan bu sonucun alanyazındaki ilgili araştırma bulguları ile tartışılmasında yarar görülmüştür.

Çakır (2013) tarafından 4.sınıf seviyesinde, Ay (2022) tarafından 5.sınıf seviyesinde, Yonucuoğlu ve Bindak (2021) tarafından 7.sınıf seviyesinde ve Putri ve Syahputra (2019) tarafından 9.sınıf seviyesindeki öğrenciler ile gerçekleştirilen araştırmaların sonuçları, mevcut araştırmanın GME yaklaşımına dayalı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği sonucunu destekler niteliktedir. Mevcut araştırma sonuçlarından farklı olarak, Berkant ve Yaren (2020)'in 6.sınıf seviyesindeki öğrencilere tamsayılar konusunun öğretiminde uygulanan gerçekçi matematik eğitiminin öğrencilerin matematik motivasyonlarına etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirdiği araştırma sonuçları, sürece katılan öğrencilerin süreç sonunda matematik motivasyonlarında herhangi bir değişiklik olmadığını göstermiştir. İlgili araştırmada, hazırlanan öğretim sürecinin öğrencilerin motivasyonlarını arttırmada yeteri kadar etkili olmaması, mevcut çalışmada hazırlanan öğretim sürecinin etkili olması sonucu ile örtüşmese de, bu farklılığın öğretim süreci tasarımındaki farklılıklardan ya da uygulandığı çalışma grubundan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

5.2 Öneriler

Bu kısımda araştırma bulgularından hareketle ulaşılan sonuçlara dayalı olarak araştırmacılara ve uygulayıcılara öneriler iki ayrı başlık altında sıralanmıştır.

5.2.1 Araştırmacılar İçin Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak araştırmacılara şunlar önerilebilir;

- Bu araştırmaya benzer çalışmalar, 6.sınıf, 7.sınıf veya ortaöğretim düzeyinde bir çalışma grubu ile gerçekleştirilebilir.
- Araştırma, bilgisayar laboratuvarı gerekliliğine bağlı olarak deney grubunda yer alan 23, kontrol grubunda yer alan 21 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçların genellenebilmesi adına daha iyi laboratuvar imkânlarına sahip kurumlarda daha geniş çalışma grupları ile benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir.
- Araştırma kapsamında geliştirilen kullanılan materyalde yer alan görevler belirli sayılar ile oluşturulmuştur. Belirlenecek sayı havuzundan uygun sayıların rastgele atanması ile oluşturulacak görevlerle bir materyal tasarlanıp etkisi araştırılabilir.

- Bilgisayar destekli GME yaklaşımının farklı değişkenler (öz-yeterlik, tutum, kalıcılık) üzerindeki etkisi incelenebilir.
- Farklı teknolojik araçlar kullanılarak geliştirilecek öğretim materyalleri ile oluşturulacak öğretim süreçlerinin, orantısal akıl yürütme becerisi ve motivasyon üzerine etkisi araştırılabilir.

5.2.2 Uygulayıcılar İçin Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak araştırmacılara şunlar önerilebilir;

- Öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimi için derslerde, orantısal akıl yürütme kavramı ile ilgili farklı bağlam ve yapıda problemler kullanılabilir.
- Öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren problem durumlarında kullandıkları stratejiler analiz edilerek, farklı stratejilerin kullanımı teşvik edilebilir.
- Öğrenilmesinde zorluk çekilen farklı kavramların öğretiminde kullanılmak üzere bilgisayar destekli GME yaklaşımına dayalı farklı öğretim süreçleri geliştirilip uygulanabilir.
- Gerçekleştirilen öğretimin etkilerini arttırmak adına farklı teknolojik araçlar sürece dâhil edilebilir.
- Öğrencilerin hata yapmasına izin veren öğrenme ortamları hazırlanıp öğretimde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Abernathy, D. (2019). ADDIE in Action: A Transformational Course Redesign Process. *Journal for the Advancement of Educational Research International, 13*(1), 8-19.

Adjiage, R., & Pluvinage, F. (2007). An experiment in teaching ratio and proportion. *Educational Studies in Mathematics, 65*(2), 149–175.

Akış, A. (2022). *Üstbilişsel stratejilerle desteklenen gerçekçi matematik eğitiminin üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, matematik tutumları ve üstbilişsel becerilerine etkisinin incelenmesi.* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Akkuş, O., & Duatepe Paksu, A. (2006). Orantısal akıl yürütme becerisi testi ve teste yönelik dereceli puanlama anahtarı geliştirilmesi. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER), (25)*. 1-10.

Akkuş-Çıkla, O., & Duatepe, A. (2002). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütme becerileri üzerine niteliksel bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(1), 32-40.

Akyüz, M. C. (2010). *Gerçekçi matematik eğitimi (RME) yönteminin ortaöğretim 12. sınıf matematik (integral ünitesi) öğretiminde öğrenci başarısına etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Allain, A. (2000). *Development of an instrument to measure proportional reasoning among fast-track middle school students.* Master's Thesis, North Carolina State University Graduate Faculty, North Carolina.

Aldoobie, N. (2015). ADDIE model. *American International Journal of Contemporary Research, 5*(6), 68-72.

Allen, W. C. (2006). Overview and evolution of the ADDIE training system. *Advances in Developing Human Resources, 8*(4), 430-441.

Alshmemri, M., Shahwan-Akl, L., & Maude, P. (2017). Herzberg's two-factor theory. *Life Science Journal, 14*(5), 12-16.

Altun, M. (2006). Matematik Öğretiminde Gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19* (2), 223-238.

Arkhipova, M. V., Belova, E. E., Gavrikova, Y. A., Nikolskaya, T. E., & Pleskanyuk, T. N. (2019). Overview of the educational motivation theory: a historical perspective. Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality, 324-331. Cham: Springer International Publishing.

Arnolds, C. A., & Boshoff, C. (2002). Compensation, esteem valence and job performance: an empirical assessment of Alderfer's ERG theory. *International Journal of Human Resource Management, 13*(4), 697-719.

Arseven, A. (2010), *Gerçekçi matematik öğretiminin bilişsel ve duyuşsal öğrenme ürünlerine etkisi.* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Atabaş, Ş., & Öner, D. (2016). An examination of Turkish middle school students' proportional reasoning. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 33*(1), 63-85.

Atar, B., Atalay Kabasakal, K., Ünsal Özberk, E. B., Özberk, E. H., Kıbrıslıoğlu Uysal, N. (2020). *R ile Veri Analizi ve Psikometri Uygulamaları.* Pegem Akademi: Ankara.

Avcu, R. & Dogan, M. (2014). What are the strategies used by seventh grade students while solving proportional reasoning problems?. *International Journal of Educational Studies in Mathematics, 1*(2), 34–55.

Ay, Y. (2022). *The effect of mathematics instruction based on flow theory principles enhanced with realistic mathematics education on students' achievement, retention, motivation and flow state.* Doctoral Dissertation, Middle East Technical University Graduate School of Social Sciences, Ankara.

Ayan Civak, R. (2020). *The evolution of mathematical practices in a seventh-grade classroom: Analyzing students' development of proportional reasoning.* Doctoral Dissertation, Middle East Technical University Graduate School of Social Sciences, Ankara.

Ayvalı, İ. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımıyla yapılan öğretimin hesapsal tahmin başarısına ve strateji kullanımına etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Balantekin, Y. (2014). *Arcs Motivasyon Modeline Göre Tasarlanan Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Motivasyonlarına, Tutumlarına ve Akademik Başarılarına Etkisi.* Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Bart, W., Post, T., Behr, M., Lesh, R. (1994). A diagnostic analysis of a proportional reasoning test item: an introduction to the proporties of a semi-dense item. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 16*(3), 1-11.

Başaran, İ.E. (1990). *Eğitim Psikolojisi*. Ankara: Kadıoğlu.

Bayrakçeken, S., Oktay, Ö., SAMANCI, O., & Canpolat, N. (2021). Motivasyon kuramları çerçevesinde öğrencilerin öğrenme motivasyonlarının arttırılması: Bir derleme çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25*(2), 677-698.

Baxter, G. P., & Junker, B. (2001). Designing cognitive-developmental assessments: A case study in proportional reasoning. *In annual meeting of the National Council for Measurement in Education,* Seattle, Washington.

Behr, M. J., Harel, G., Post, T. R., & Lesh, R. (1992). Rational number, ratio, and proportion. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 296–333). Macmillan Publishing Co, Inc.

Benson, S. L. D. (2009). *The influence of studying students' proportional reasoning on middle school mathematics teachers' content and pedagogical content knowledge.* Doctoral Dissertation. University of Houston, Texas.

Ben-Chaim, D., Fey, J. T., Fitzgerald, W. M., Benedetto, C., & Miller, J. (1998). Proportional reasoning among 7th grade students with different curricular experiences. *Educational Studies in Mathematics, 36*(3), 247-273.

Berkant, H. G., & Yaren, R. (2020). Altıncı sınıf tam sayılar konusunda uygulanan gerçekçi matematik eğitiminin öğrencilerin matematik motivasyonlarına etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17*(2), 543-571.

Bixler, B. (2006). Motivation and its relationship to the design of educational games. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=90d1ad3d99b84c69fd35aff62e2939e5477dad7c sayfasından erişilmiştir.

Blanton, M., Stephens, A., Knuth, E., Gardiner, A. M., Isler, I., & Kim, J. S. (2015). The development of children's algebraic thinking: The impact of a comprehensive early algebra intervention in third grade. *Journal for research in Mathematics Education, 46*(1), 39-87.

Blessing, S. W. (2015). *Use of virtual manipulatives in developing grade six students' proportional reasoning skills.* Doctoral Dissertation, Middle Tennessee State University Mathematics and Science Education, Tennessee.

Budoya, C. M., Kissaka, M. M., & Mtebe, J. S. (2019). Instructional Design Enabled Agile Method Using ADDIE Model and Feature Driven Development Process. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology, 15*(1).

Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (8.baskı).* Pegem Yayıncılık, Ankara.

Cansız, Ş. (2016). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının öğrencilerin matematik başarısına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Cansız Aktaş, M. (2022). A Comparison of Solution Strategies for Proportional and Non-Proportional Problems of Students at Different Education Levels: A Cross-Sectional Study, *International Journal of Education Technology and Scientific Researches, 7*(18), 1064-1082.

Carter, S. (2016). *Traditional vs. project-based learning: The effects on student performance and motivation in honors level mathematics courses.* Doctoral Dissertation, Liberty University, Virginia.

Cheung, L. (2016). Using the ADDIE model of instructional design to teach chest radiograph interpretation. *Journal of Biomedical Education, 1-6*.

Cramer, K. & Post, T. (1993). Connecting research to teaching proportional reasoning. *Mathematics Teacher, 86*(5), 404-407.

Cramer, K., Post, T., & Currier, S. (1993). Learning and teaching ratio and proportion: Research implications. In D. A. Owens (Ed.), *Research Ideas fo r the Classroom: Middle Grades Mathematics.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics & MacMillan.

Creswell, J. W. (2013). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları. (S. B. Demir, Çev. Ed.).* Ankara: Eğiten.

Cobb, P.,E. Yackel, & Wood, T. (1992). A Contructivist Alternative to theRepresentational View of Mind in Mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education, 23*(1), 2-33.

Cobb, P. (1994). Theories of Mathematical Learning and Constructivism: A Personal View. Paper presented at the *Symposium on trends and perspectives in mathematics education,* Institute for mathematics, University of Klagenfurt, Austria.

Çakır, P. (2013). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin erişilerine ve motivasyonlarına etkisi.* Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çatar, B., & Özdilek, Z. (2022). Türkiye'de ASSURE Öğretim Tasarımı Modeli Alanında Yayınlanan Araştırmaların Betimsel İçerik Analizi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 5*(2), 123-144.

Çelik, A. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişki.* Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Çetiner, S. (2022). *Kavram karikatürlerinin 7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

De Lange, Jan. (1987). *Mathematics, Insight, and Meaning. The Netherlands,* Utrecht: OW & OC.

De Lange, J. (1996). Using and applying mathematics in education. *International Handbook of Mathematics Education: Part 1,* 49-97.

De la Cruz, J. A. (2013). Selecting proportional reasoning tasks. *Australian Mathematics Teacher, 69*(2), 14 – 18.

Dermitzaki, I., Stavroussi, P., Vavougios, D., & Kotsis, K. T. (2013). Adaptation of the Students' Motivation towards Science Learning (SMTSL) questionnaire in the Greek language. *European journal of psychology of education, 28*, 747-766.

Dinibutun, S. R. (2012). Work motivation: Theoretical framework. *Journal on GSTF Business Review, 1*(4), 133-139.

Disley, P., Hatton, C., & Dagnan, D. (2009). Applying equity theory to staff working with individuals with intellectual disabilities. *Journal of intellectual and developmental disability, 34*(1), 55-66.

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education, 68,* 586-596.

Dole, S. (2010). Making connections to the bigideas in mathematics: Promoting proportional reasoning. In G. Masters, J. Ainley, K. Stacey, D.Leigh-Lancaster, R. Turner, K. Hoad& L. Rosman (Eds.), *Australian Council for Educational Research Conference (Vol.1, pp.71-74).* Melbourne, Australia: ACER.

Duatepe, A., Çıkla, O. A., & Kayhan, M. (2005). Orantısal akıl yürütme gerektiren sorularda öğrencilerin kullandıkları çözüm stratejilerinin soru türlerine göre değişiminin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28*(28), 73-81.

Esmer, E. (2018). Öğretim Tasarımında Bir Model: Dick&Carey&Carey. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 274-284.

Estes, B., & Polnick, B. (2012). Examining motivation theory in higher education: An expectancy theory analysis of tenured faculty productivity. *International Journal of MBA, 1,* 13-19.

Fauzan, A. (2002). *Applying Realistic Mathematics Education (RME) in Teaching Geometry in Indonesian Primary Schools.* Doctoral Dissertation, Univesity of Twente, Enschede.

Fidan, N. (1996). *Okulda Öğrenme ve Öğretme.* Ankara: AlkımYayınevi.

Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures.* Reidel Publishing, Dordrecht.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education.* China lectures. Kluwer, Dordrecht.

Glynn, S. M., & Koballa, T. R. (2006). Motivation to learn in college science. *Handbook of college science teaching, 25,* V32.

Gravemeijer, K.P.E. (1990). Realistic geometry instruction. *Contexts, Free Production, Tests and Geometry in Realistic mathematics Education.* 79-91.

Gravemeijer, K. & Streefland, L. (1990). *Developing realistic mathematics education.* Utrecht: Freudenthal Institute.

Gravemeijer, K. P. E., Cobb, P., Bowers, J., & Whitenack, J. (2000). Symbolizing, Modeling, and Instructional Design. *Communicating and symbolizing in mathematics: Perspectives on discourse, tools, and instructional design* (pp. 225-273). Lawrence Erlbaum Associates.

Göksu, İ., Özcan, K. V., Çakır, R., & Göktaş, Y. (2014). Türkiye'de Öğretim Tasarımı Modelleriyle İlgili Yapılmış Çalışmalar. *Ilkogretim Online, 13*(2).

Greenes, C. (1995). Mathematics learning and knowing: A cognitive process. *Journal of Education, 177* (1), 85-107.

Gündoğdu, N. S. (2021). *7.sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin FETEMM etkinlikleriyle gelişiminin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Gürler Karakoca, A. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişiminin varsayıma dayalı öğrenme rotası kapsamında incelenmesi*. Doktora Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Haggis, T. (2004). Meaning, identity and 'motivation': expanding what matters in understanding learning in higher education?. *Studies in Higher Education, 29*(3), 335-352.

Hasibuan, A. M., Saragih, S., & Amry, Z. (2019). Development of learning materials based on realistic mathematics education to ımprove problem solving ability and student learning independence. *International electronic journal of mathematics education, 14*(1), 243-252.

Hennessey, B., Moran, S., Altringer, B., & Amabile, T. M. (2015). Extrinsic and intrinsic motivation. *Wiley encyclopedia of management,* 1-4.

Heuvel-Panhuizen, M. V. D. (1996). Assessment and Realistic Mathematics Education. (Vol. 19). Utrecht University.

Heuvel-Panhuizen, M. V. D. & Wijer, M. (2005) Mathematics Standards and Curricula in the Netherlands, *ZDM, 37* (4), 287-307.

Hodges, C. B. (2004). Designing to motivate: Motivational techniques to incorporate in e-learning experiences. *The Journal of Interactive Online Learning, 2*(3), 1-7.

Inhelder, B. & Piaget, J. (1958). In A. Parsons & S. Milgram (Trans.), *The growth of logical thinking from childhood to adolescence (5th ed.).* New York: Basic Books, Inc.

Işık, S. (2019). *Diziler konusunun gerçekçi matematik eğitimi etkinlikleriyle öğretiminin öğrenci başarısına matematik tutumuna etkisi ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi.* Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Jaemu, L., Kim, Y., & Lee, Y. (2008). A web-based program to motivate underachievers learning number sense. *International Journal of Instructional Media, 35*(2), 185-195.

Johar, R., & Yusniarti, S. (2018). The analysis of proportional reasoning problem in the ındonesian mathematics textbook for the junior high school. *Journal on Mathematics Education, 9*(1), 55-68.

Jones, T. L. (2011). *Effects of motivating and hygiene factors on job satisfaction among school nurses.* Doctoral Dissertation, Walden University, Minnesota.

Kahraman, H., Kul, E., & İskenderoğlu, T. A. (2019). Strategies Employed by 7th and 8th Graders for Quantitative Proportional Reasoning Problems. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 10*(1), 195-216.

Karaduman, B. (2018). *Ortaokul 6. ,7. ve 8. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini ve matematik dersine yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından*

incelenmesi: Cinsiyet ve sınıf düzeyi perspektifi. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Karlı, M. G. ve Yıldız, E. (2022). Yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme problemlerinin çözümüne yönelik geliştirdikleri hatalı stratejiler. *Journal of Qualitative Research in Education, (29),* 111-148.

Kaylak, S. (2014). *Gerçekçi matematik eğitimine dayalı ders etkinliklerinin öğrenci başarısına etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Keleş, E., Erümit, S. F., Özkale, A., & Aksoy, N. (2016). A roadmap for instructional designers: a comparison of instructional design models. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 49*(1), 105-140.

Keller, J. M. (1979). Motivation and instructional design: A theoretical perspective. *Journal of instructional development,* 26-34.

Keller, J. M. (1987a). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development, 10*(3), 2.

Keller, J. M. (1987b). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and instruction, 26(*8), 1-7.

Keller, J. M. (1993). *Manual for Instructional Materials Motivational Survey (IMMS),* Tallahassee, USA.

Keller, J. M. (2008). First principles of motivation to learn and e3-learning. *Distance education, 29*(2), 175-185.

Keller, J. M. (2010). The Arcs model of motivational design. *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach,* 43-74.

Keller, J.M. ve Kopp, T.W. (1987). An application of the ARCS model of motivational design, In *C.M. Reigeluth, Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status, Hillsdale,* Lawrance Erlbaum Associates, USA.

Keller, J. M., & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and e-learning design: A multinationally validated process. *Journal of educational Media, 29*(3), 229-239.

Khalil, M. K., & Elkhider, I. A. (2016). Applying learning theories and instructional design models for effective instruction. *Advances in physiology education, 40*(2), 147-156.

Khasawneh, A. A., Al-Barakat, A. A., & Almahmoud, S. A. (2022). The Effect of Error Analysis-Based Learning on Proportional Reasoning Ability of Seventh-Grade Students. *Frontiers in Education (Vol. 7, p. 899288).* Frontiers Media SA.

Knox, L. B. (2017). *Improving students' proportional reasoning ability in the context of algebra I.* Doctoral Dissertation, University of Pittsburgh, Pennsylvania.

Küpcü, A. R. (2008). *Etkinlik temelli öğretim yaklaşımının orantısal akıl yürütmeye dayalı problem çözme başarısına etkisi.* Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lamon, S. J. (1995). Ratio and proportion: Elementary didactical phenomenology. In J. T. Sowder, & B. P. Schapplle (Eds.), *Providing a foundation for teaching mathematics in the middle grades* (pp. 167-183). Albany, NY: State University of New York Press.

Lamon, S. J. (1999). *Teaching fractions and ratios for understanding: essential content knowledge and instructional strategies for teachers,(1st ed.)* New York, NY: Routledge.

Lamon, S. J. (2012). *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers, (3rd ed.)* New York, NY: Routledge.

Langrall, C. W. & Swafford, J. (2000). Three balloons for two dollars; Developing proportional reasoning. *Mathematics Teaching in the Middle School, 6* (4), 254-261.

Lanius, C. S., & Williams, S. E. (2003). Proportionality: A unifying theme for the middle grades. *Mathematics Teaching in the Middle School, 8(*8), 392.

Laurens, T., Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., & Leasa, M. (2017). How does realistic mathematics education (RME) improve students' mathematics cognitive achievement?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(2), 569-578.

Legault, L., Green-Demers, I., & Pelletier, L. (2006). Why do high school students lack motivation in the classroom? Toward an understanding of academic amotivation and the role of social support. *Journal of educational psychology, 98*(3), 567.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1988). Proportional reasoning. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades* (pp. 93–118). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lobato, J., Ellis, A., & Zbiek, R. M. (2010). *Developing Essential Understanding of Ratios, Proportions, and Proportional Reasoning for Teaching Mathematics: Grades 6-8*. National Council of Teachers of Mathematics. 1906 Association Drive, Reston, VA 20191-1502.

Locke, E. A. (1996). Motivation through conscious goal setting. *Applied and preventive psychology, 5*(2), 117-124.

Loon, M., & Casimir, G. (2008). Job-demand for learning and job-related learning: The moderating effect of need for achievement. *Journal of Managerial Psychology, 23*(1), 89-102.

Lunenburg, F. C. (2011). Goal-setting theory of motivation. *International journal of management, business, and administration, 15*(1), 1-6.

McLeod, S. (2007). Maslow's hierarchy of needs. *Simply psychology, 1*(1-18).

MEB, (2018). Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329 sayfasından erişilmiştir.

Moldovan, O. D. (2014). Intrinsic and extrinsic motivation to primary school children. *Educația Plus, 10*(1), 203-211.

Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance improvement, 42(*5), 34-37.

Murrell, P. (2005). *R Graphics.* Chapman & Hall/CRC Press.

NCTM, (2000). *Principals and Standards for School Mathematics.* Reston, VA: Author.

Ngeow, K. Y. H. (1998). Motivation and Transfer in Language Learning. ERIC Digest. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED427318.pdf.

Önen, S. M., & Kanayran, H. G. (2015). Liderlik ve motivasyon: kuramsal bir değerlendirme. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi, 5*(2), 43-64.

Öz, E. (2020). *Ortaöğretim öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin incelenmesi.* Doktora Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Özdemir, E. (2008), *Gerçekçi matematik eğitimine (RME) dayalı olarak yapılan "Yüzey Ölçüleri ve Hacimler" ünitesinin öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve öğretime yönelik öğrenci görüşleri.* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Özerbaş, M. A., & Kaya, A. B. (2017). Öğretim tasarımı çalışmalarının içerik analizi: ADDIE modeli örneklemi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 15*(1), 26-42.

Özgün-Koca, S. A., & Altay, M. K. (2009). An investigation of proportional reasoning skills of middle school students. *Investigations in Mathematics Learning, 2*(1), 26-48.

Pakmak, G. S. (2014). *6. sınıf öğrencilerinin niceliksel ve niteliksel orantısal akıl yürütme problemlerinin çözümündeki anlayışlarının incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Pelen, M. S. (2014). *6. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin problemlerin sınıflanması ve sayısal yapılarına göre incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Pelen, M. S., & Artut, P. D. (2016). Seventh grade students' problem solving success rates on proportional reasoning problems. *International Journal of Research in Education and Science, 2*(1), 30-34.

Pişkin Tunç, M. (2016). *Pre-service middle school mathematics teachers' proportional reasoning before and after a practice-based instructional module.* Doctoral Dissertation, Middle East Technical University Graduate School of Social Sciences, Ankara.

Porter L. W. Bigley G. A. & Steers R. M. (2003). *Motivation and work behavior (7th ed.).* McGraw-Hill/Irwin.

Puglia, J.V. (2016). Sixth-grade students' motivation and development of proportional reasoning skills while completing robotics challenges. Doctoral Dissertation, New Jersey City University Educational Technology Leadership, New Jersey.

Putri, S. K., & Syahputra, E. (2019). Development of Learning Devices Based on Realistic Mathematics Education to Improve Students' Spatial Ability and Motivation. International Electronic Journal of Mathematics Education, 14(2), 393-400.

R Core Team, (2022). *R Stats Packages*, https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/00Index.html sayfasından erişilmiştir.

Revelle, W. (2022) *An Introduction to Psychometric Theory with applications in R. Springer*, https://personality-project.org/r/book/ sayfasından erişilmiştir.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. Contemporary Educational Psychology, 25, 54-67.

Schwier, R. A., & Wilson, J. R. (2010). Unconventional roles and activities identified by instructional designers. *Contemporary Educational Technology, 1*(2), 134-147.

Sezgin-Memnun, D. (2011). *İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin analitik geometri'nin koordinat sistemi ve doğru denklemi kavramlarını oluşturması süreçlerinin araştırılması.* Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Bursa.

Sharp, T. L. (2014). *A Phenomenological study of proportional reasoning as experienced and described by basic algebra undergraduate students.* Doctoral Dissertation, Kent State University, Ohio.

Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of educational psychology, 85*(4), 571.

Soto, V. J. (2013). Which instructional design models are educators using to design virtual world instruction. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, 9*(3), 364-375.

Streefland (1991). Realistic Mathematics Education in Primary School. Utrecht: CD-b Press / Freudenthal Institute, Utrecht University.

Şen, C., & Güler, G. (2017). Effect of strategy teaching for the solution of ratio problems on students' proportional reasoning skills. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences, 5*(2), 1-15.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Experimental designs using ANOVA (Vol. 724)*. Belmont, CA: Thomson/Brooks/Cole.

TDK, (2021). Türk Dil Kurumu Büyük Sözlük. https://sozluk.gov.tr/ sayfasından erişilmiştir.

Topçu, H. (2021). *Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının 9. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, kalıcılık ve tutumlarına etkisi.* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Tourniaire, F., & Pulos, S. (1985). Proportional reasoning: A review of the literature. *Educational studies in mathematics, 16*(2), 181-204.

Treffers, A. (1987). *Three dimensions- a model of goal and theory description in mathematics ınstruction*. Dordrecht: Kluwer Academic.

Turabik, T., & Baskan, G. A. (2015). The importance of motivation theories in terms of education systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 186,* 1055-1063.

Uça, S. (2014), *Öğrencilerin ondalık kesirleri anlamlandırmasında gerçekçi matematik eğitimi kullanımı: Bir tasarı araştırması.* Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Usta, N. D., & Güntepe, E. T. (2017). Pre-Service Teachers' Material Development Process Based on the ADDIE Model: E-Book Design. *Journal of Education and Training Studies, 5*(12), 199-210.

Ünsal, A. (2009). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin başarı, tutum ve cinsiyet değişkenleri açısından incelenmesi: Bolu ili örneği.* Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Üzel, D. (2007), *Gerçekçi matematik eğitimi (RME) destekli eğitimin ilköğretim 7.sınıf matematik öğretiminde öğrenci başarısına etkisi.* Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Vizcaino, V. M. (2020). *The impact of social constructivist mathematics learning experiences on latino, middle school students' proportional reasoning.* Doctoral Dissertation, The University of Texas Rio Grande Valley, Texas.

Yeşiltepe, K. (2019). *ARCS motivasyon modelinin fen bilimleri dersi güneş sistemi ve tutulmalar ünitesinde öğrencilerin akademik başarısı ve motivasyonuna etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Yonucuoğlu, A., & Bindak, R. (2021) Gerçekçi matematik eğitiminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenlerde alan konusu üzerinde başarılarına ve matematik motivasyonlarına etkisi. *Scientific Educational Studies, 5*(2), 84-107.

Zainurie. (2007). Pembelajaran Matematika Realistik (RME). Retrieved from http://chixnie.wordpress.com/2008/06/27/realisticmathematics-education-rme-atau-pembelajaran-matematika-realistik/ sayfasından 11.06.2021 tarihinde erişilmiştir.

Zhang, J. (2020). The Construction of College English Online Learning Community under ADDIE Model. *English Language Teaching, 13*(7), 46-51.

Zulkardi (2002). *Developing a learning environment on realistic mathematics education for ındonesian student teachers.* Doctoral Dissertation, Univesity of Twente, Enschede.

Zulkardi. (2010). How to design mathematics lessons based on the realistic approach?. Retrieved from https://maramsalahatportfolio.weebly.com/uploads/4/4/4/3/44434079/week_9_-_rme_-__presented_by_abed__alaa_.pdf

Wang, C. H., Shannon, D. M., & Ross, M. E. (2013). Students' characteristics, self-regulated learning, technology self-efficacy, and course outcomes in online learning. *Distance Education, 34*(3), 302-323.

Warren, A. (2000). OK, retry, abort? Factors affecting the motivation of online students. March 31, Presented at *the ILT's Web Based Learning Professional Development Day University of East Anglia*, UK: Norwich.

Widjaja, Y. B., & Heck, A. (2003). How a realistic mathematics education approach and microcomputer-based laboratory worked in lessons on graphing at an Indonesian junior high school. *Journal of science and mathematics Education in Southeast Asia, 26*(2), 1-51.

Willis, J. (2009). Pedagogical ID versus process ID: Two perspectives in contemporary instructional design theory. *International Journal of Technology in Teaching & Learning, 5*(2), 93-105.

Wright, V. J. (2011). *The development of multiplicative thinking and proportional reasoning: Models of conceptual learning and transfer*. Doctoral Dissertation, University of Waikato, Hamilton.

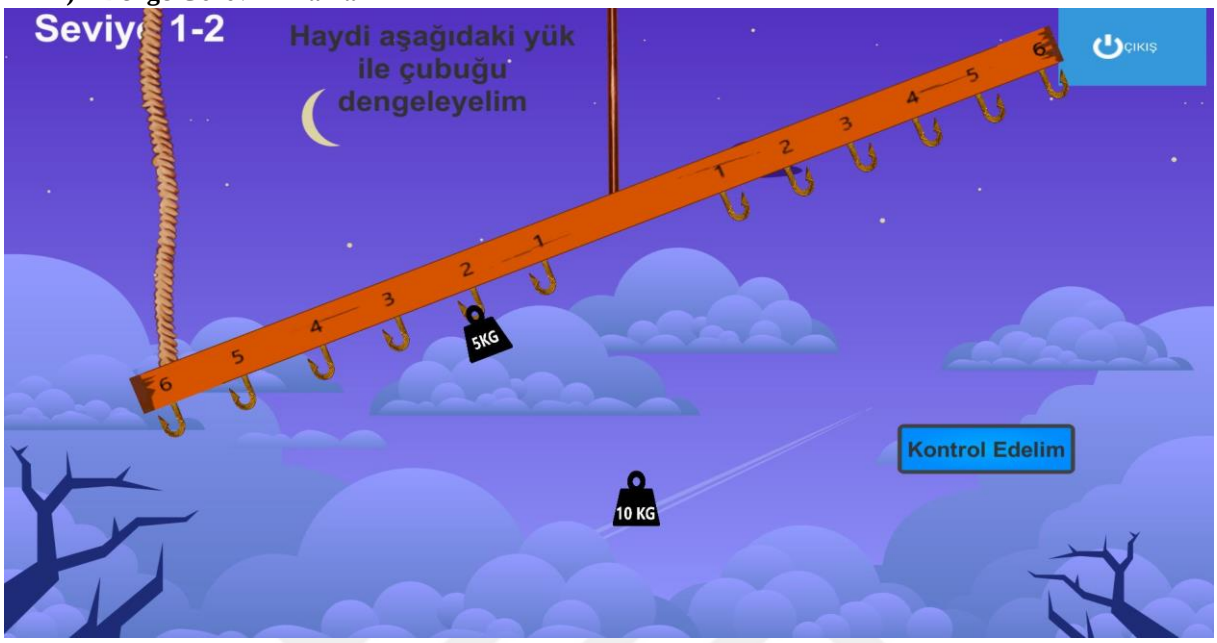
Wyss, J., Lee, S. E., Domina, T., & MacGillivray, M. (2014). Cotton Island: Students' learning motivation using a virtual world. *Decision Sciences Journal of Innovative Education, 12*(3), 219-232.

EKLER

EK 1. Denge Çubuğu Materyali

- **Denge Çubuğu Görevleri Ekran Görüntüleri**

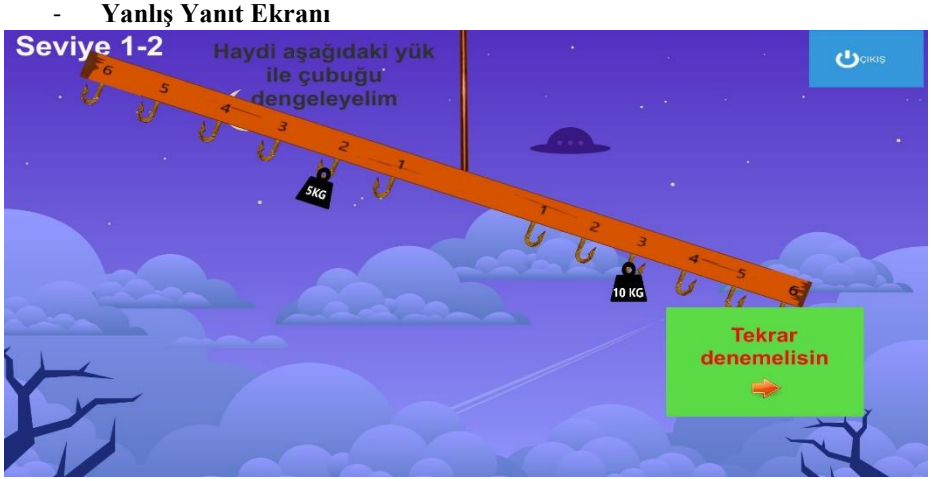
1) Denge Görevi Ekranları



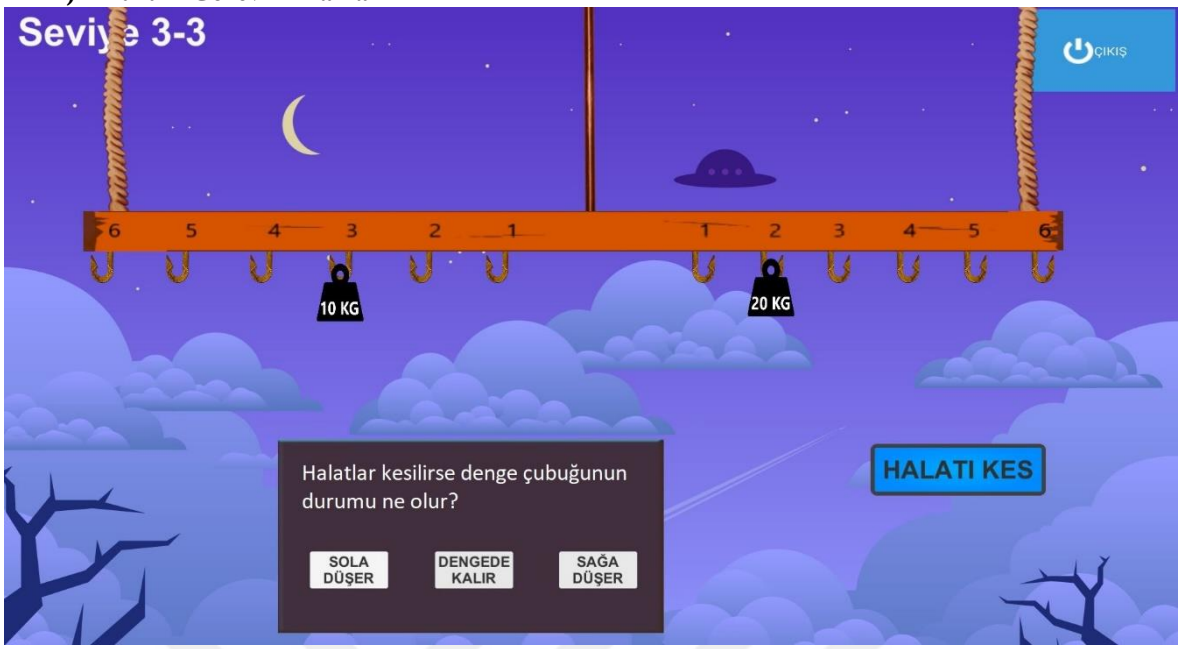
- **Doğru Yanıt Ekranı**



- **Yanlış Yanıt Ekranı**



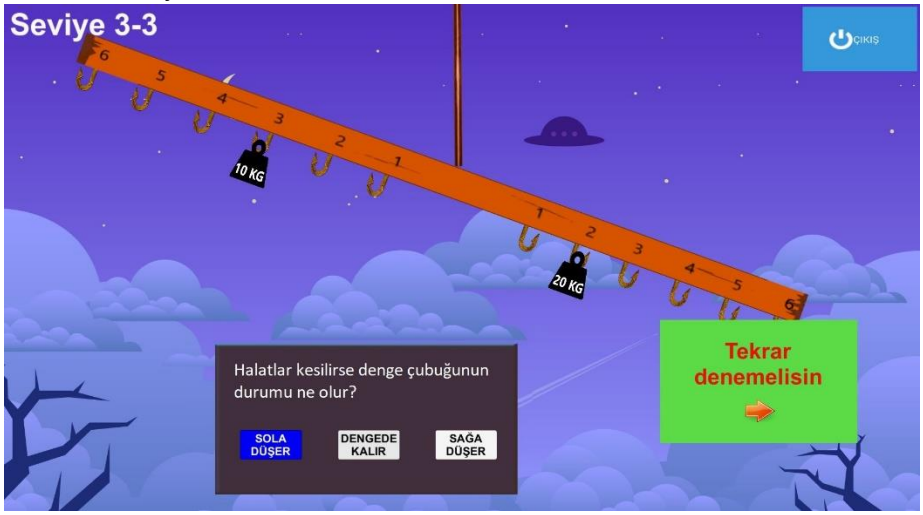
2) Durum Görevi Ekranları



- **Doğru Yanıt Ekranı**



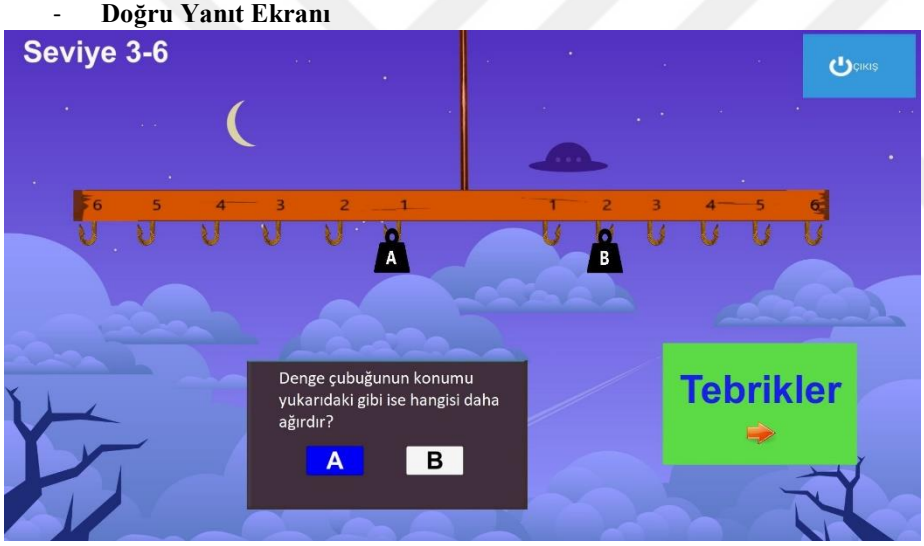
- **Yanlış Yanıt Ekranı**



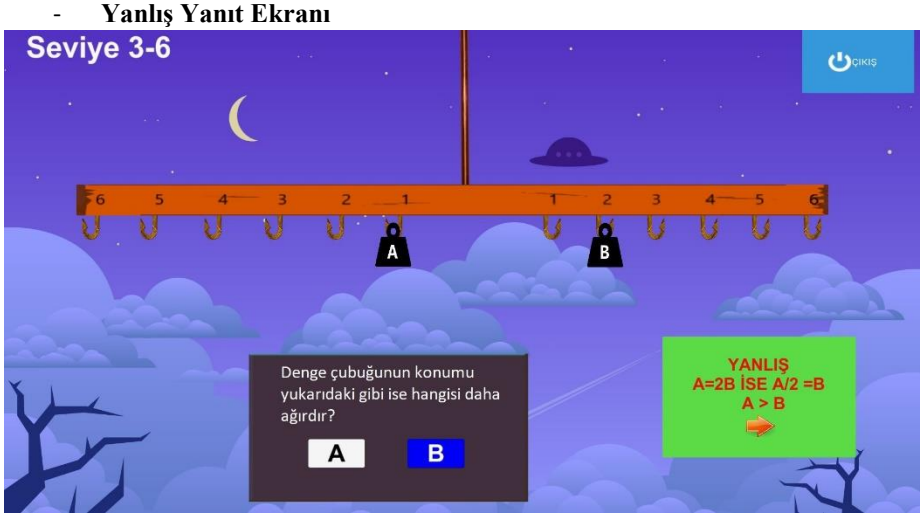
3) Karşılaştırma Görevi Ekranı



- **Doğru Yanıt Ekranı**



- **Yanlış Yanıt Ekranı**



4) Bul Görevi Ekranları



- **Deneme Ekranları**







- **Doğru Yanıt Ekranı**



- **Yanlış Yanıt Ekranı**



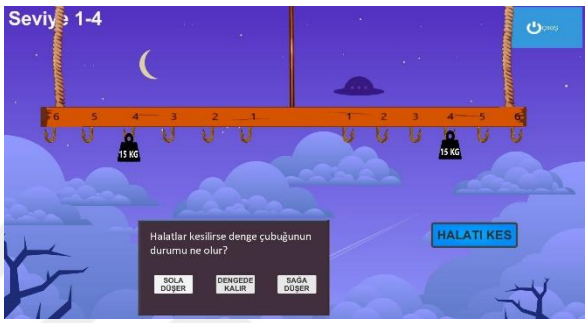
- **Denge Çubuğu Tüm Görevler**

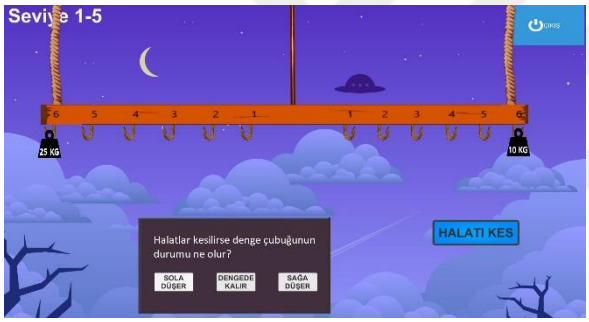
1) Birinci Seviye Görevleri

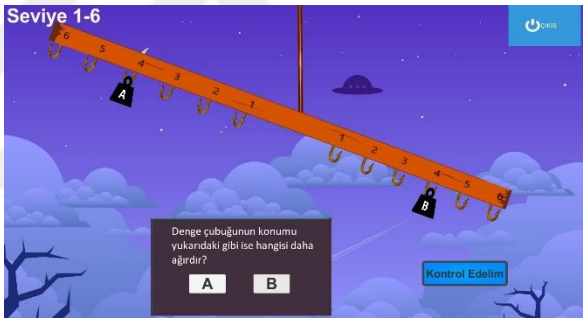


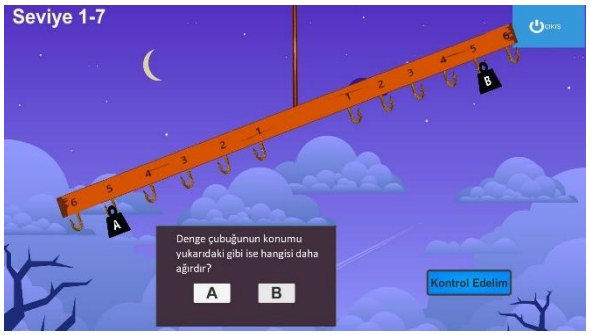
















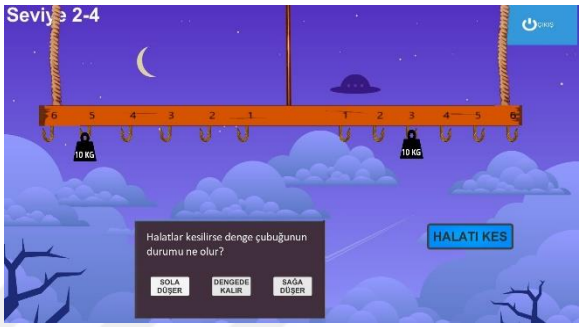


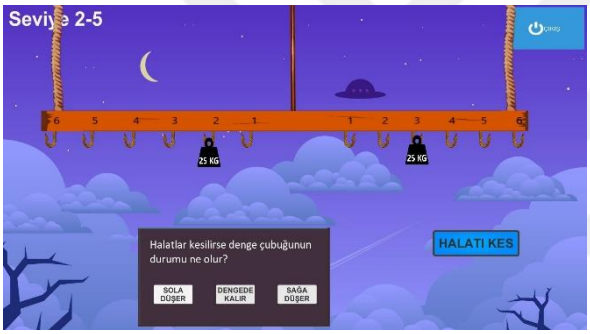
2) İkinci Seviye Görevleri

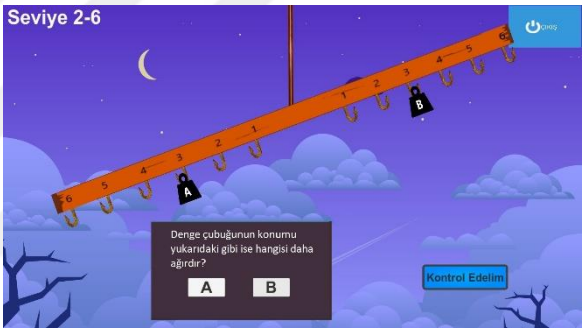


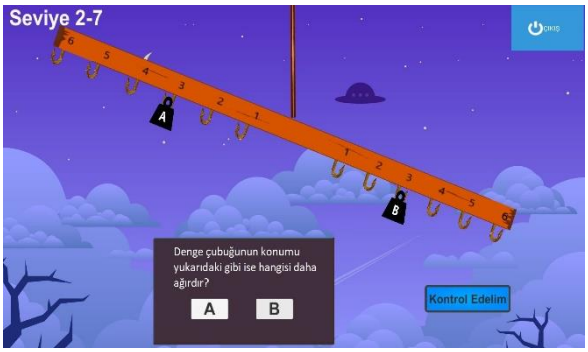














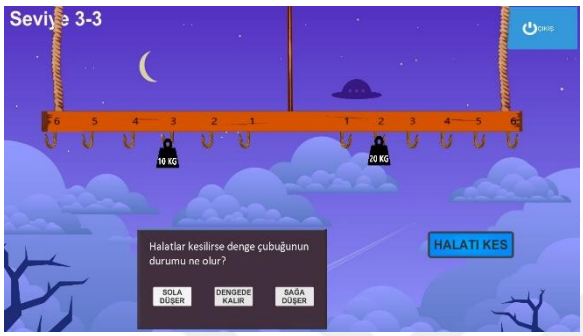


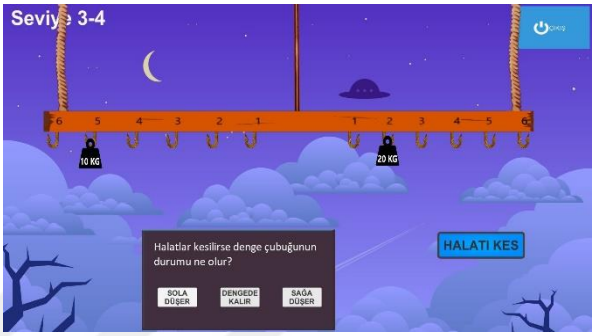


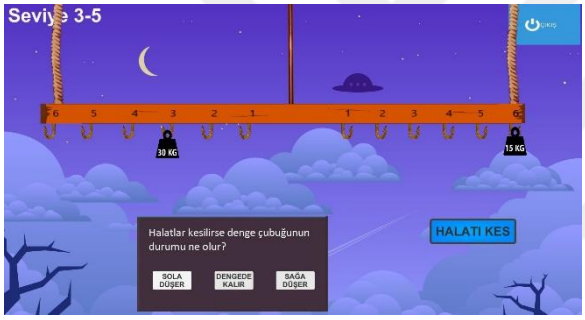
3) Üçüncü Seviye Görevler



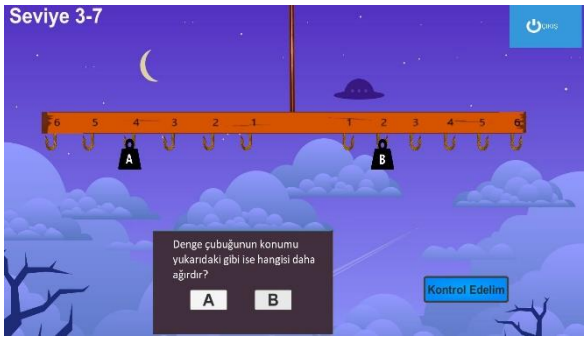
















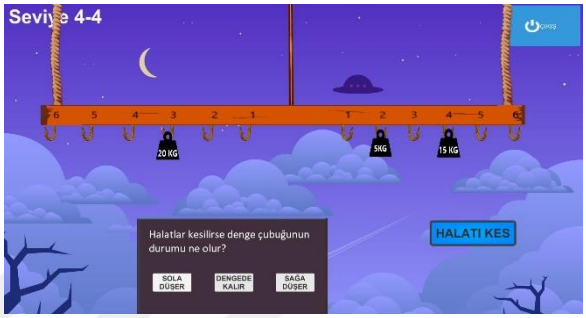


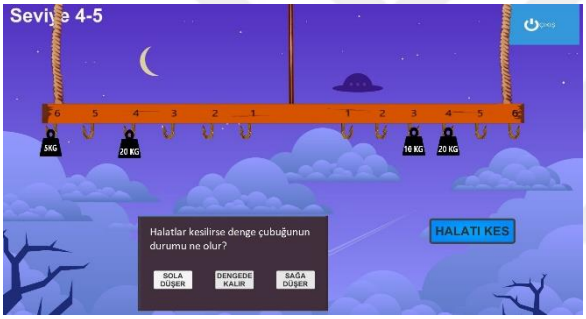
4) Dördüncü Seviye Görevler

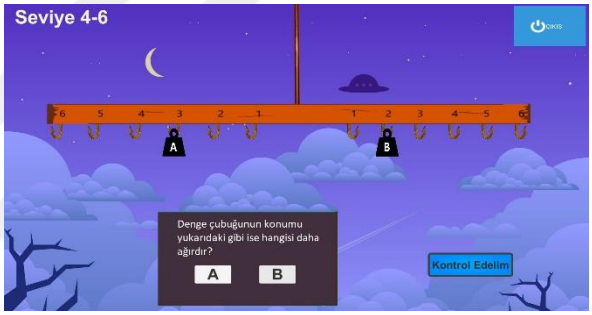


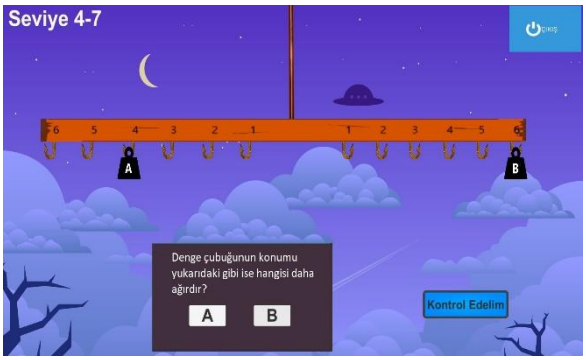


















EK 2. Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği (OAYBÖ)

Orantısal Akıl Yürütme Beceri Ölçeği

1. Burak ile Türker aynı hızda araba kullanmaktadır. Burak 3 dakikada 6 km yol almaktaysa, Türker 18 km'lik yolu kaç dakikada alır?

2. Kısa Bey'in Uzun Bey adında bir arkadaşı vardır. Kısa Bey'in ataç ile uzunluğu ölçüldüğünde 6 ataç boyunda olduğu görülmüştür. Uzun Bey ve Kısa Bey'in boyları düğme ile ölçüldüğünde, Uzun Bey'in 6, Kısa Bey'in 4 düğme uzunluğunda olduğu bulunmuştur. Buna göre; Uzun Bey'in boyu kaç ataç uzunluğundadır?

Bir hayvanat bahçesinin havuzunda boy uzunluklar 10 cm (A), 15 cm (B) ve 25 cm (C) olanüç tane yılan balığı bulunmaktadır. Bu yılan balıkları boy uzunlukları ile doğru orantılı olarak beslenmektedirler. Buna göre;

3. Eğer A yılan balığı 2 adet yem ile beslenirse, C yılan balığına kaç adet yem verilmelidir?

4. Eğer B yılan balığı 9 adet yem ile beslenirse, C yılan balığına kaç adet yem verilmelidir?

5. Eğer C yılanbalığı 10 adet yem ile beslenirse;
i) A yılan balığına kaç adet yem verilmelidir?

ii) B yılan balığına kaç adet yem verilmelidir?

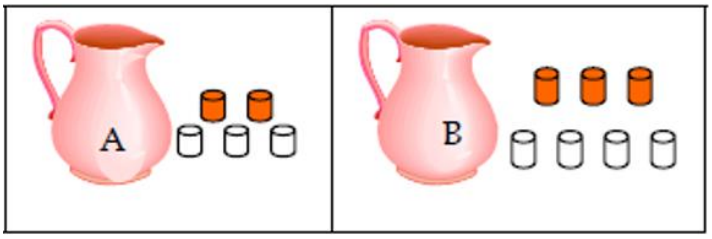
6. 300 km yolu 4 saatte alan bir otomobil, aynı hızla giderse 750 km'lik yolu kaç saatte alır?

(EK 2. Devamı)

7. Mert ile Mine aynı hızla çalışarak bir duvarı 10 günde boyamaktadırlar. Aralarına aynı hızda çalışan 3 kişi daha katıldığında, aynı duvar kaç günde boyanır?

8. Nesrin ile Basak bir koşu parkurunda koşmaktadırlar. Nesrin 8 turu 32 dakikada koşarken, Basak 2 turu 10 dakikada koşmaktadır. Buna göre hangisi daha hızlı koşmaktadır? Açıklayınız.

9. Bir lokantada aynı boyda pideler üretilmektedir. Bu lokantada yemek yiyen 7 kız 3 pideyi paylaşırken, 3 erkek ise 1 pideyi paylaşmaktadırlar. Bu lokantada kız başına düşen pide miktarı mı, erkek başına düşen pide miktarı mı daha fazladır? Açıklayınız.



10. Yukarıdaki şekilde görülen A ve B sürahilerinde portakal suyu yapılmaktadır. Koyu renkli bardaklarda portakal suyu konsantresi, açık renkli bardaklarda ise su vardır. Şekilde görüldüğü gibi A sürahisine 2 bardak portakal suyu konsantresi ve 3 bardak su, B sürahisine ise 3 bardak portakal suyu konsantresi ve 4 bardak su konulmuştur. Buna göre hangi sürahideki portakal suyu daha tatlıdır? Açıklayınız.

(EK 2. Devamı)

11. Umut bugün, dun koştuğundan daha çok zamanda daha az tur koşmuştur. Buna göre; Umut'un bugünkü koşusu dünküne göre;
a) hızlıdır. b) yavaştır. c) aynıdır. d) verilen bilgiler yetersizdir.
Hangi seçeneğin doğru olduğunu açıklayarak yazınız.

12. Tufan sabah kahvaltısındaki çayını, dünküne göre daha büyük bardakta, daha az sayıda şeker atarak içmiştir. Bu çayın tadı dünkü çaya göre;
a) daha tatlıdır. b) daha tatsızdır. c) aynıdır. d) verilen bilgiler yetersizdir.
Hangi seçeneğin doğru olduğunu açıklayarak yazınız.

13. Bir koşu parkurunda Elif, Emel'den daha kısa zamanda daha çok tur koşmuştur. Hangisi daha hızlı koşucudur? Açıklayarak yazınız.

14. Sena ile Gökalp farklı arazilere belli aralıklarla ağaç dikmektedirler. Sena, Gökalp'e göre daha küçük bir araziye daha çok ağaç dikmiştir. Buna göre, kimin arazisinde ağaçlar birbirine daha yakındır?
a)Sena b) Gökalp c) yakınlıkları eşittir. d) verilen bilgiler yetersizdir.
Hangi seçeneğin doğru olduğunu açıklayarak yazınız.

15. Nevzatcan ile Nergis'in bir parkurdaki yürüme hızları aynıdır. Yürümeye önce Nevzatcan başlamıştır. Nevzatcan 9 turu tamamladığında, Nergis 3 turu tamamlamışsa; Nergis 15 turu tamamladığında Nevzatcan kaç turu tamamlamış olur? Açıklayarak yazınız.

(EK 2. Devamı)

OAYBÖ Dereceli Puanlama Anahtarı

Birinci Kısım (Verilmeyen değeri bulma ve ters orantı ile ilgili maddeler; 1-7)

0 Puan
- Boş
- Orantısal akıl yürütmenin var olduğuna dair ipucu yok
- Verilerin toplamsal karşılaştırılması var
- Verilerin, sayıların ve işlemlerin rastgele kullanımı var.

1 puan
- Sadece sonuç belirtilmiş
- Orantısal akıl yürütmenin var olduğuna ilişkin ipuçları var (Yanlış değişkenler arasında orantı kurma, görsel verileri kullanarak orantı kurma gibi).
- Orantı çeşidi fark edilmemiş

2 puan
- Beklenen değişkenler arasında orantısal akıl yürütme var, ancak sonuca ulaşılamamış
- Beklenen değişkenler arasında orantısal akıl yürütme var, ancak işlem hataları yapılmış

3 Puan
- Soruyu tam ve doğru çözebilmek için gereken orantısal akıl yürütme var ve sonuca ulaşılmış

İkinci Kısım (Niceliksel karşılaştırma ile ilgili maddeler; 8-10)

0 Puan
- Boş
- Sadece sonuç belirtilmiş
- Yanlış değişkenler arasında orantı kurulmuş
- Orantısal akıl yürütmenin var olduğuna ilişkin ipucu yok.
- Verilerin toplamsal karşılaştırılması var.
- Verilerin, sayıların ve işlemlerin rastgele kullanımı var.

1 Puan
- Beklenen değişkenler arasında orantısal akıl yürütme becerini kullanarak ya da kullanmayarak, doğru sonuca ulaşılmış, ancak yanlış yorumlanmış
- Doğru yanıt verilmiş ancak açıklama yetersiz

2 Puan
- Beklenen değişkenler arasında orantısal akıl yürütme becerisine sahip olunduğu gösterilmiş, doğru sonuca ulaşılmış, ancak yapılan açıklama yetersiz

(EK 2. Devamı)

3 Puan
- Beklenen değişkenler arasında orantısal akıl yürütme becerisi var, ancak işlem hatası nedeniyle doğru sonuca ulaşılamamış
- Doğru sonuca ulaşmamış olsa da bulunan sonuca göre yapılan doğru yorumlanmış

4 Puan
- Doğru sonuca ulaşmak için gerekli orantısal akıl yürütme becerisi iyi düzeyde gösterilmiş ve doğru açıklama yapılmış

Üçüncü Kısım (Niteliksel karşılaştırma ile ilgili maddeler; 11-15)

0 puan
• Boş
• Orantısal akıl yürütmenin var olduğuna ilişkin ipucu yok
• Sadece doğru yanıt işaretlenmiş, açıklama yok

1 puan
• Soruda bulunan verilerden sadece biri kullanılarak sonuca ulaşılmış ve doğru yanıt işaretlenmiş

2 puan
• Doğru yanıt işaretlenmiş, soruda bulunan verilerden ikisi de kullanılarak yanlış ya da eksik açıklama yapılmış

3 puan
• Beklenen doğru yanıt bulunmuş, açıklama soru kökündeki ifadeler kullanılarak yapılmış
4 puan
• Beklenen doğru yanıt bulunmuş, açıklama soru kökündeki ifadeler kullanılarak değil, özgün tümcelerle yapılmış, açıklamalar sekil oluşturma, çizim yapma, örnek verme gibi yöntemlerle zenginleştirilmiş

EK 3.: Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ)

Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği

- Bu anket formunda 33 madde bulunmaktadır. Seçimleriniz sadece gerçek düşüncelerinizi yansıtmalıdır. Lütfen her maddeyi diğer maddelerden bağımsız olarak değerlendiriniz. Bir maddeye verdiğiniz cevabın diğer maddelere vereceğiniz cevapları etkilememesine özen gösteriniz.

- Cevaplarınızı form üzerine işaretleyiniz.

Teşekkür ederiz.

5. Çok Doğru 4. Doğru 3. Orta Derecede Doğru 2. Biraz Doğru 1. Doğru Değil					
1. Bu dersi ilk gördüğümde benim için kolay olacağını düşündüm.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
2. Bu dersin başında ilgimi çeken ilginç şeyler vardı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
3. Bu ders materyalini/aracını (bilgisayar, kitap gibi) tahmin ettiğimden daha kolay anladım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
4. Giriş bilgilerini okuduktan/dinledikten sonra, bu dersten neler öğrenmem gerektiğinden emin oldum.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
5. Bu dersin alıştırmalarını yapmak, bana başarı duygusu kazandırdı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
6. Bu dersin içeriğinin önceden öğrendiklerimle nasıl ilişkisi olduğu benim için açık ve netti.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
7. Ders materyalinde/aracında olması gerektiği kadar bilgi vardı. Önemli olan şeyleri ayırabildim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
8. Bu dersteki kullanılan materyal/ders aracı dikkat çekiciydi.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
9. Bu ders materyalinin/aracının, bazı insanlar için nasıl önemli olabileceğini gösteren resim, hikaye ya da örnekler vardı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
10. Bu dersi başarıyla tamamlamak benim için önemliydi.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
11. Yazıların/seslerin kalitesi, derse dikkatimi vermemi kolaylaştırdı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
12. Bu derse çalıştıkça konuları öğreneceğimden emin oldum.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
13. Bu dersten o kadar keyif aldım ki bu konuyla ilgili daha çok şey öğrenmek istedim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
14. Bu materyalde/ders aracında ders anlatımları zevkliydi.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
15. Bu materyalin/ders aracının içeriği ilgimi çeken konulara göre hazırlanmıştı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
16. Bilgilerin ders materyalinde düzenleniş biçimi, dikkatimi vermemi kolaylaştırdı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
17. Ders materyalinde, bu dersteki bilgileri insanların nasıl kullandığına dair örnekler ve açıklamalar vardı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
18. Bu dersteki alıştırmalar çok kolaydı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
19. Bu derste merak uyandıran şeyler vardı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
20. Bu dersi çalışmaktan gerçekten zevk aldım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
21. Bu derste konu tekrarların sayısı yeterliydi. Hiç sıkılmadım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
22. Bu dersteki bilgiler ve bilgilerin veriliş şekli, bu dersin önemli olduğunu düşünmemi sağladı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
23. Bu derste tahmin etmediğim ya da şaşırtıcı ve yararlı bilgiler öğrendim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
24. Bu dersi bir süre çalıştıktan sonra, bu dersten başarılı olacağıma emin oldum.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
25. Alıştırmalardan sonraki dönütler (geri bildirimler/yorumlar) çalışmamın karşılığını aldığımı hissetmemi sağladı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
26. Okuma parçaları, alıştırmalar, resimler, videolar, sesler gibi çeşitli öğeler derse dikkatimi vermeme yardımcı oldu.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
27. Ders materyalindeki yazıların şekli benim için uygundu.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
28. Bu dersin içeriğini, kendi hayatımdaki şeylerle ilişkilendirebildim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
29. Bu dersi başarıyla tamamlamak kendimi iyi hissettirdi.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
30. Bu ders içeriğinin, benim için faydalı olacağına inandım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
31. Bu ders materyalinin tüm bölümlerini anladım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
32. Ders materyali içeriği iyi hazırlanmıştı. Bu nedenle derste başarılı olacağıma dair güvenim arttı.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
33. Ders o kadar güzel hazırlanmıştı ki bu dersi işlemek benim için bir zevkti.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**

EK 4: Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 23.11.2022-E.517215

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-517215 23.11.2022
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı **Doktora Öğrencisi Ahmet Turğut KELEŞ'İn, Prof.Dr.Cengiz ÇİNAR'ın** danışmanlığında yürüttüğü *"Gerçekçi Matematik Eğitimine Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretim Sürecinin 8.Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerileri ve Motivasyonlarına Etkisi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **22.11.2022** tarih ve **19** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2022 - 1233

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste
DAĞITIM
Gereği:
Sayın Prof. Dr. Cengiz ÇINAR

Bilgi:
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 5: Meb Uygulama İzni

T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-14588481-605.99-65620740 12.12.2022
Konu : Araştırma İzni

GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi: a) 30.11.2022 tarihli ve 522293 sayılı yazınız.
b) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 nolu Genelgesi.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Ahmet Turğut KELEŞ'in **"Gerçekçi Matematik Eğitimine Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretim Sürecinin 8.Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerileri ve Motivasyonlarına Etkisi"** konulu tezi kapsamında merkez ilçelere bağlı okullarda uygulanacak olan veri toplama araçları ilgi (b) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Milli Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

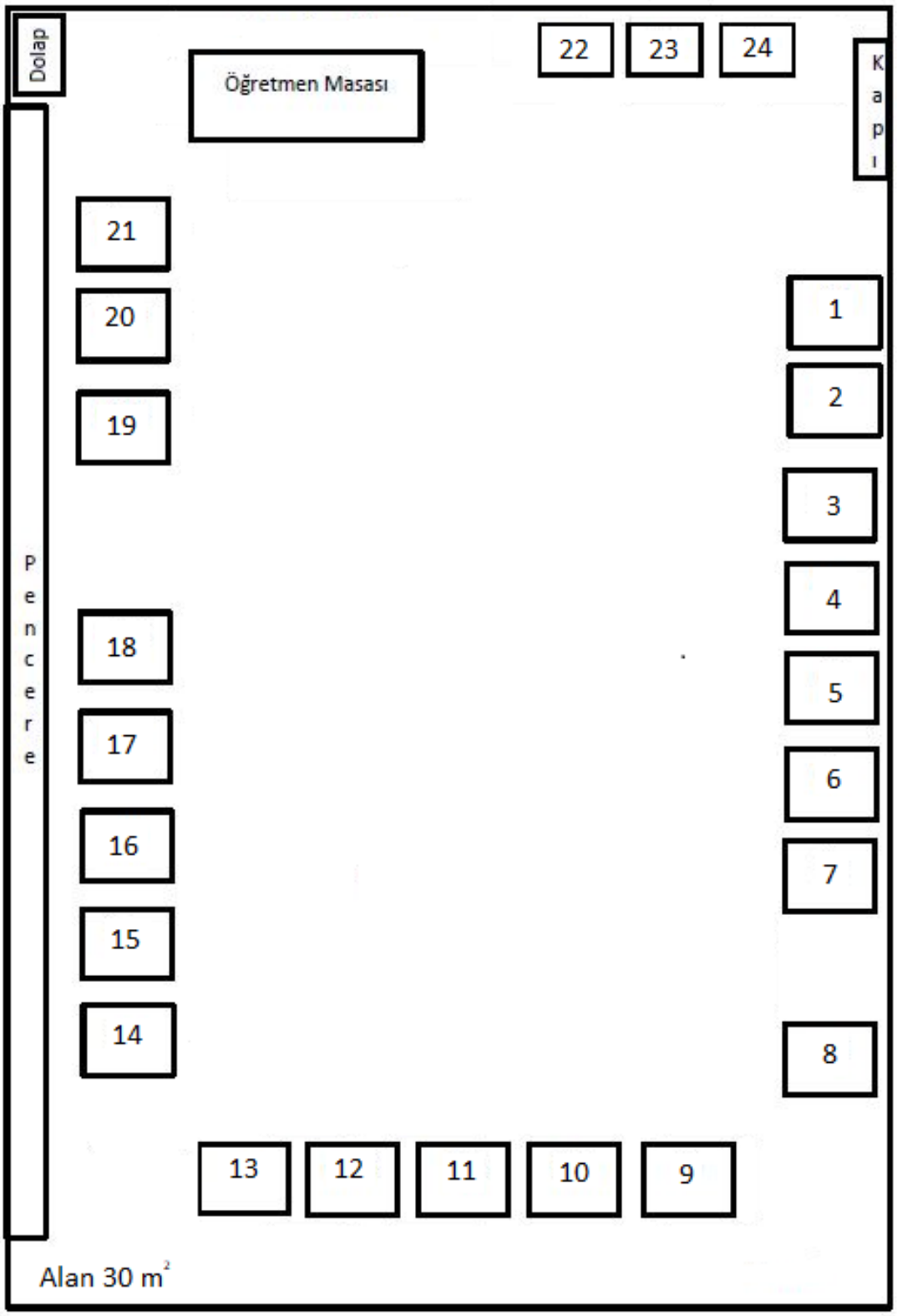
Harun FATSA
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Ek:
Uygulama araçları (7 sayfa)
Dağıtım:
Gereği:
Gazi Üniversitesi
Bilgi:
9 Merkez İlçe MEM

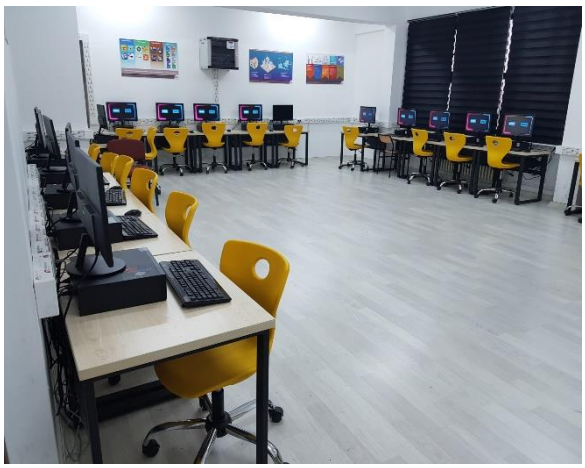
Ad

Tel
E-
Ka

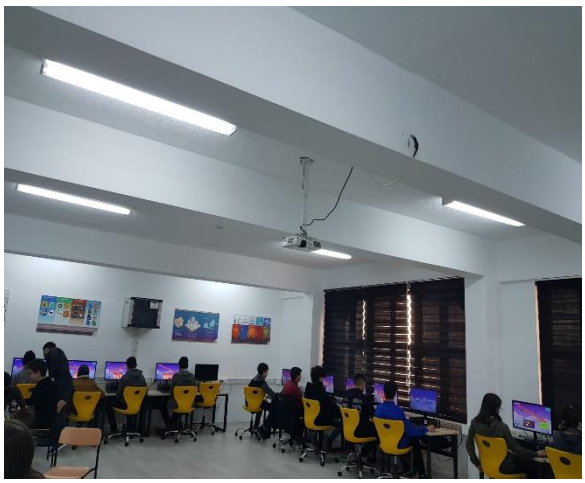
EK 6: Bilgisayar Laboratuvarı Oturum Düzeni



EK 7: Bilgisayar Laboratuvarı ve Deney Grubu Uygulamaları










GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...