**T.C.**
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**
**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

# SORGULAYICI ÖĞRENME YAKLAŞIMIYLA ÇOKLU TEMSİL DESTEKLİ TAM SAYI ÖĞRETİMİNİN 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BAŞARILARINA MODEL TERCİHLERİNE ve TEMSİLLER ARASI GEÇİŞ BECERİLERİNE ETKİSİ

**Hatice ÇETİN**

**DOKTORA TEZİ**

**Danışman**
**Prof. Dr. Halil ARDAHAN**

**Konya - 2016**

**T.C.**
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

<table>
<tr><td rowspan="5">Öğrencinin</td><td>Adı Soyadı</td><td>Hatice ÇETİN</td><td>Numarası: 108302053004</td></tr>
<tr><td>Ana Bilim/Bilim Dalı</td><td colspan="2">İlköğretim / Matematik Eğitimi</td></tr>
<tr><td>Program</td><td colspan="2">Tezli Yüksek Lisans ☐ Doktora ■</td></tr>
<tr><td>Danışmanı</td><td colspan="2">Prof. Dr. Halil ARDAHAN</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tezin Adı</td><td colspan="2">Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımıyla Çoklu Temsil Destekli Tam sayı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Model Tercihlerine ve Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Etkisi</td></tr>
</table>

## BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Hatice ÇETİN

(İmza)

……………………

T.C.
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

**DOKTORA TEZİ KABUL FORMU**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı Soyadı | Hatice ÇETİN | Numarası: 108302053004 |
| | Ana Bilim/Bilim Dalı | İlköğretim / Matematik Eğitimi | |
| | Program | Tezli Yüksek Lisans ☐ Doktora ■ | |
| | Danışmanı | Prof. Dr. Halil ARDAHAN | |
| Tezin Adı | | Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımıyla Çoklu Temsil Destekli Tam sayı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Model Tercihlerine ve Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Etkisi | |

Hatice ÇETİN tarafından hazırlanan 'Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımıyla Çoklu Temsil Destekli Tam sayı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Model Tercihlerine ve Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Etkisi' başlıklı bu çalışma 19./07./2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

| Ünvanı, Adı Soyadı | Danışman ve Üyeler | İmza |
|---|---|---|
| Prof. Dr. Halil ARDAHAN | Danışman | |
| Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN | Üye | |
| Doç. Dr. Bünyamin AYDIN | Üye | |
| Doç. Dr. Erhan ERTEKİN | Üye | |
| Doç. Dr. Mustafa DOĞAN | Üye | |

# ÖNSÖZ

Tez projem öncesinde ve sürecinde, akademik anlamda değerli görüş ve yönlendirmeleriyle bana destek olan, rehberlik eden, düşündüren, tecrübelerini ve değerli vakitlerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Halil ARDAHAN'a,

Yapıcı eleştirileri ve katkılarıyla yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN'a

Değerli görüş ve önerileriyle yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Mustafa DOĞAN'a,

Sundukları görüşlerle çalışmama geri bildirim sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Bünyamin AYDIN'a,

Akademik olarak, kendisinden çok şey öğrendiğim ve araştırmacı kimliğini kazanmamda en büyük rol sahibi değerli hocam Doç. Dr. Erhan ERTEKİN'e,

Bilgi ve fikirlerinden istifâde ettiğim eşim ve meslektaşım İbrahim ÇETİN'e, üzerimde târifsiz emeği ve hakkı olan, maddi-manevi destekleriyle her zaman yanımda duran aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

**Hatice ÇETİN**

**KONYA, 2016**

**T.C.**
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

<table>
<tr><td rowspan="4">Öğrencinin</td><td>Adı Soyadı</td><td>Hatice ÇETİN</td><td>Numarası: 108302053004</td></tr>
<tr><td>Ana Bilim/Bilim Dalı</td><td colspan="2">İlköğretim / Matematik Eğitimi</td></tr>
<tr><td>Program</td><td colspan="2">Tezli Yüksek Lisans ☐ Doktora ■</td></tr>
<tr><td>Danışmanı</td><td colspan="2">Prof. Dr. Halil ARDAHAN</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tezin Adı</td><td colspan="2">Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımıyla Çoklu Temsil Destekli Tam sayı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına, Model Tercihlerine ve Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Etkisi</td></tr>
</table>

## ÖZET

Bu araştırmanın amacı, "Tam sayılar" konusunun Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) yaklaşımı ve çoklu temsil destekli Dinamik Çoklu Modelleme (DÇM) ile öğretiminin, öğrencilerin başarılarına etkisini araştırmak, öğrencilerin "Tam sayılar" konusuna ilişkin model tercihlerini, temsiller arası geçiş becerilerini ve SÖ süreci aşamalarındaki yeterlilik düzeylerini ortaya koymaktır.

Bu araştırma hem nicel hem de nitel araştırma desenli karma yöntem çalışmasıdır. Dinamik çoklu modeller, Tam sayılar konusunun öğrenilmesi ve 6. Sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisini araştırmak amacı ile ilgili geliştirildiği için nicel araştırma deseni olarak, eşleştirilmiş örneklem, öntest - sontest deneysel desen seçilmiştir. Başarılarını detaylı incelemek amacıyla nitel durum desenlerinden durum çalışması deseni uygulanmıştır.

Araştırmanın örneklemini, eşleştirilmiş örneklem yoluyla oluşturulmuş iki gruba dâhil etmek üzere 54 adet 6. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde, dinamik modellemeye dayalı orijinal geliştirilen öğretim materyalleri kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak, Başarı Testi, çalışma yaprakları ve yarı yapılandırılmış görüşme kayıtları kullanılmıştır. Nicel veriler SPSS 22.0 paket programıyla, nitel veriler ise betimsel analiz ve doküman incelemesi yoluyla yorumlanmıştır.

Uygulama sonucunda, Tam sayılar konusunu SÖ yaklaşımıyla çoklu temsil destekli DÇM ile öğrenen öğrencilerin, geleneksel yöntemle öğrenen öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Görüşmelerden elde edilen bulgularla birlikte, deney grubu öğrencilerinin model tercihlerinin kontrol grubu öğrencilerin model tercihlerine kıyasla daha çeşitli olduğu tespit edilmiştir. Çalışma yapraklarından elde edilen bulgularla, öğrencilerin çoğunluğunun, SÖ sürecinde, "modelleme" "veri toplama" "ilişkilendirme" adımlarında "genelleştirme" adımına göre daha iyi performans sergiledikleri görülmektedir.

Bu araştırmada en önemli sonuç, 6. sınıf Tam sayılar konusunda geliştirilen özgün materyallerin öğrenci başarısını arttırdığıdır, bu doğrultudaki öneri ise DÇM yoluyla SÖ sürecinin öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkı niteliği taşıyabileceğidir.

**Anahtar Kelimeler:** Sorgulayıcı Öğrenme, Dinamik Çoklu Modelleme, Çoklu Temsiller, Tam sayı, Yönlü Sayı.

**T.C.**
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Student's | Name Surname | Hatice ÇETİN | Numarası: 108302053004 |
| | Department/Field | Primary / Mathematics Education | |
| | Programme | Tezli Yüksek Lisans ☐ Doktora ■ | |
| | Advisor | Prof. Dr. Halil ARDAHAN | |
| Research Title | | The Effects of Multiple Representation Based Instruction of Integer on Sixth Grade Students' Success Model Preference and Skills of Translations Among Representations | |

## SUMMARY

The aim of this research is searching the effect of teaching the integers with the multiple representation based Dynamic Multiple Modeling (DMM) by the Inquiry Learning (IL) approach to the students' success presenting the proficiency level of students on the phases of IL process, switching between representation skills, model choices on the integers.

This research is an experimental study which has both quantitative and qualitative research patterns. The research pattern has been chosen and implemented as paired sample, and pretest and posttest pattern. Case study pattern has implemented with the aim of verifying the results of experimental pattern.

54 6th grade students are forming the research sample to integrate them to the two equivalent group which are formed by the paired sample approach. Materials are based on dynamic modelling and originally developed. Success Test, worksheets and semi-structured interview records has been used .The quantitative data has been analyzed by

SPSS 22.0 package programme . The qualitative data has been interpreted with the way of document examination,descriptive analysis.

As a conclusion, by DMM approach is more successful than the students who are learning with the traditional methods. With the outcomes from worksheets it has seen, most of the students about IL has performed better in the "modelling", "collecting data" and "finding relation among data" than "generalizing" phase.

The most important result is that the learning process and the materials are improving the students' success. The suggestion is that IL process with the DMM method can contribute to the students' success.

**Keywords:** Inquiry Learning, Dynamic Multiple Modelling, Multiple Representation, Integers, Directed Number.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**

BİLİMSEL ETİK SAYFASI ........ i
DOKTORA TEZİ KABUL FORMU ........ ii
ÖNSÖZ ........ iii
ÖZET ........ iv
SUMMARY ........ vi
İÇİNDEKİLER ........ viii
KISALTMALAR ........ xiii
TABLOLAR LİSTESİ ........ xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ ........ xvi

**BİRİNCİ BÖLÜM**

**GİRİŞ**

1.1. Araştırmanın Amacı ........ 7
1.2. Araştırmanın Önemi ........ 7
    1.2.1. Teorik Önemi ........ 7
1.3. Problem Cümlesi ........ 8
1.4. Sayıltılar ........ 9
1.5. Sınırlılıklar ........ 9

**İKİNCİ BÖLÜM**

**KAVRAMSAL ÇERÇEVE**

2.1. Temsil Kavramı ........ 10
2.2. Çoklu Temsil ........ 11
2.3. Çoklu Temsil Sınıflandırmaları ........ 12
    2.3.1. İçsel-Dışsal Temsil ........ 13
    2.3.2. Sembolik - Görsel Temsil ........ 15
    2.3.3. Girdi-Çıktı Temsiller ........ 15

2.4. Teknoloji Destekli Çoklu Temsiller ... 19
2.5. Modelleme – Dinamik Modelleme ... 22
2.6. Sorgulayıcı Öğrenme ... 26
2.7. Tam sayı Öğretimi ... 31
2.7.1. Tam sayı Kavramının Tarihsel Gelişimi ... 31
2.7.2. Tam sayı Öğretiminde Modeller ... 31
2.7.2.1. Nicelik İçeren Bağlamlar ... 36
2.7.2.2. Doğrusal Bağlamlar ... 37

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli ... 38
3.1.1. Ortaokul 5-8 Matematik Müfredatı'nda (2013) Yer Alan 6. Sınıf Tam Sayılar Alt Öğrenme Alanına Ait Kazanımlar ... 39
3.1.2. İşlemsel Süreç ... 41
3.1.3. Deneysel Süreç ... 42
3.2. Çalışma Grubu ... 43
3.3. Veri Toplama Araçları ... 43
3.3.1. Uygulamada Kullanılan Dinamik Çoklu Modeller ... 45
3.3.1.1. Tam sayı Kavramı ... 47
3.3.1.2. Mutlak Değer Kavramı ... 51
3.3.1.3. Tam Sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama ... 53
3.3.1.4. Tam Sayılarla Toplama İşlemi ... 56
3.3.1.5. Tam Sayılarla Çıkarma İşlemi ... 57
3.4. Verilerin Analizi ... 59
3.4.1. Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Teknikler ... 59
3.4.1.1. Madde Analizi ... 60
3.4.1.2. Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Güvenilirlik Analizi ... 65

**DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

**BULGULAR ve YORUMLAR**

4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular ........ 71
4.1.1. Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Karşılaştırmalar ....... 74
4.1.2. Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Karşılaştırmalar ......... 77
4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular ........ 80
4.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler ile İlgili Bulgular ........ 80
4.2.1.1. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Problem Cümlesini Matematik İfade ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar ........ 80
4.2.1.2. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik İfadeyi Problem Cümlesi ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar ........ 90
4.2.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Verilen Modelleri Matematik İfade ve Problem Cümlesi Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar ........ 101
4.2.1.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Problem Cümlesini Matematik İfade ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar ........ 107
4.2.1.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematik İfadeyi Problem Cümlesi ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar ........ 117
4.2.1.6. Deney Grubu Öğrencilerinin Verilen Modelleri Matematik İfade ve Problem Cümlesi Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar ........ 126
4.2.2. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgular ........ 135

## BEŞİNCİ BÖLÜM

## SONUÇ ve ÖNERİLER


5.1. Sonuçlar ..... 144

5.1.1. Başarı Testinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar ..... 144

5.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar ..... 145

5.1.3. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar ..... 147

5.2. Öneriler ..... 148

5.2.1. Müfredat ve Öğretmen Yeterliliklerine Yönelik Öneriler ..... 149

5.2.2. İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler ..... 149

KAYNAKÇA ..... 151

EKLER ..... 157

Ek 1: Uygulama İzni ..... 157

Ek 2: Başarı Testi ..... 159

Ek 3: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliği ..... 163

Ek 4: Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliği ..... 165

Ek 5: Zıt işaretli Tam Sayılarla Toplama İşlemi Etkinliği ..... 167

Ek 6: Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliği ..... 169

Ek 7: Görüşme Formu ..... 172

Ek 8: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı ..... 174

Ek 9: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Veri Toplama Beceri Performansı ..... 175

Ek 10: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde İlişkilendirme Beceri Performansı ..... 176

Ek 11: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Genelleştirme Beceri Performansı ..... 177

Ek 12: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı ..... 178

Ek 13: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı ........ 179
Ek 14: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı ........ 180
Ek 15: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı ........ 181
Ek 16: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı ........ 182
Ek 17: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı ........ 183
Ek 18: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı ........ 184
Ek 19: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı ........ 185
Ek 20: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı ........ 186
Ek 21: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı ........ 187
Ek 22: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı ........ 188
Ek 23: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı ........ 189

# KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| **SÖ** | : Sorgulayıcı Öğrenme |
| **DÇM** | : Dinamik Çoklu Modelleme |
| **NCTM** | : National Council of Teachers of Mathematics |
| **LMRTM** | : Lesh Multiple Representations Translations Model |
| **RME** | : Realistik Matematik Eğitimi |
| **PSSM** | : Principles and Standards for School Mathematics |
| **BİT** | : Bilgi ve İletişim Teknolojisi |
| **BAP** | : Bilimsel Araştırma Projesi |
| **BT** | : Bilişim ve Teknoloji |
| **A** | : Araştırmacı |
| **Ö1** | : Öğrenci 1 |
| **Ö2** | : Öğrenci 2 |
| **Ö3** | : Öğrenci 3 |
| **Ö4** | : Öğrenci 4 |
| **Ö5** | : Öğrenci 5 |
| **Ö6** | : Öğrenci 6 |
| **ÖT** | : Ön Test |
| **ST** | : Son Test |
| **K1** | : Kazanım 1 |
| **K2** | : Kazanım 2 |
| **K3** | : Kazanım 3 |
| **K4** | : Kazanım 4 |
| **K5** | : Kazanım 5 |
| **K6** | : Kazanım 6 |
| **Pİ** | : Problem İfadesi |
| **Mİ** | : Matematik İfade |
| **AR** | :Augmented Reality |

## TABLOLAR LİSTESİ

**Sayfa No**

Tablo 1.1: NCTM’ Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlardaki Beş Süreç Standardı .. 4

Tablo 3.1: Tam sayılar Alt Öğrenme Alanına Ait Kazanımların Müfredattaki Yeri ..... 41

Tablo 3.2: Uygulama Takvimi ........................................................................ 42

Tablo 3.3: Madde Güçlük İndeksi .................................................................. 60

Tablo 3.4: Madde Ayırt Edicilik İndeksi ........................................................ 60

Tablo 3.5: Madde Analizi .............................................................................. 61

Tablo 3.6: Alt ve Üst Gruba İlişkin Karşılaştırmalar..................................... 64

Tablo 3.7: Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Güvenilirlik Analizi ....................... 66

Tablo 3.8: Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Betimleyici İstatistikler ................. 67

Tablo 4.1: Dağılımın Normalliğine ilişkin K-S testi ..................................... 71

Tablo 4.2: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin MWU Testi Sonuçları ..................................................................... 72

Tablo 4.3: Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin MWU Testi Sonuçları ..................................................................... 73

Tablo 4.4: Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler ......................................................................................... 75

Tablo 4.5: Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin Wilcoxon Testi Sonuçları............................................................... 76

Tablo 4.6: Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler ......................................................................................... 77

Tablo 4.7: Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin Wilcoxon Testi Sonuçları............................................................... 79

Tablo 4.8: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Temsil Dönüşümleri.................. 134

Tablo 4.9: Deney Grubu Öğrencilerinin Sorgulayıcı Öğrenme Aşamalarında Yeterlilik Düzeyini Belirleyen Ölçüt Tablosu............................................ 135

Tablo 4.10: 1.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı....................... 136

Tablo 4.11: 1.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı................... 136

Tablo 4.12: 1.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı.................... 137
Tablo 4.13: 1.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı.................... 137
Tablo 4.14: 2.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı........................ 138
Tablo 4.15: 2.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı.................... 138
Tablo 4.16: 2.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı.................... 139
Tablo 4.17: 2.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı.................... 139
Tablo 4.18: 3.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı........................ 140
Tablo 4.19: 3.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı.................... 140
Tablo 4.20: 3.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı.................... 140
Tablo 4.21: 3.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı.................... 141
Tablo 4.22: 4.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı........................ 141
Tablo 4.23: 4.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı.................... 142
Tablo 4.24: 4.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı.................... 142
Tablo 4.25: 4.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı.................... 143

## ŞEKİLLER LİSTESİ

**Sayfa No**

Şekil 2.1: İçsel ve Dışsal Temsiller Arasındaki İlişki .................................................. 13
Şekil 2.2: Janvier'in (1987) Temsillere İlişkin Yıldız Benzeşim Modeli ....................... 14
Şekil 2.3: Lesh'in (1987) Çoklu Temsil İlişkileri Modeli (LMRTM) ........................... 16
Şekil 2.4: Çoklu Temsil Örneği ....................................................................... 20
Şekil 2.5: Çoklu Temsil Örneği ....................................................................... 20
Şekil 2.6: Bruce ve Bishop'un (2002) Uyarladığı Sorgulayıcı Öğrenme Modeli .......... 27
Şekil 2.7: Sorgulayıcı Öğrenme Modeli ........................................................... 29
Şekil 3.1: Deneysel Desenin Şematik Gösterimi ................................................. 39
Şekil 3.2: Zıtlık Modeli ile Sonsuz 0 (Sıfır) Tanımları ........................................... 44
Şekil 3.3: Materyalde Kullanılan Başlıklar ....................................................... 46
Şekil 3.4: Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli ............................... 48
Şekil 3.5: Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Termometre Modeli ...................... 49
Şekil 3.6: Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Asansör Modeli ............................ 50
Şekil 3.7: Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli .................... 50
Şekil 3.8: Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Deniz Seviyesi Modeli ......... 51
Şekil 3.9: Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Asansör Modeli .................... 52
Şekil 3.10: Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli ......... 52
Şekil 3.11: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli .....53
Şekil 3.12: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Termometre Modeli ........................................................................................ 54
Şekil 3.13: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Asansör Modeli 55
Şekil 3.14: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli ........................................................................................ 55
Şekil 3.15: Tam sayılarla Toplama İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli ............ 56
Şekil 3.16: Tam sayılarla Toplama İşlemi Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli.........57
Şekil 3.17: Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli ............ 58
Şekil 3.18: Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli ............ 58

# BİRİNCİ BÖLÜM

# GİRİŞ

Etkili bir matematik öğretimi için daha derin ve güçlü bir matematiksel anlam geliştirmemiz gerekir. Matematik eğitimi çerçevesinde öğrenme-öğretme etkinlikleri sonucunda; durumları analiz etme, eleştirel düşünme, bir yapıyı oluşturmak için mantıksal ve sistematik düşünme gibi yeterliliklerin kazanılması beklenir. Aslında matematiği öğrenmek, matematiksel düşünmeyi öğrenmekten geçer (Günhan, 2006). Sözü edilen matematiksel düşünmeyi kazandırabilmenin yolu ise uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasıyla sağlanabilir. Böylece süreçte öğrencinin aktif olacağı, öğrencinin kendi gözlemlerinden yola çıkarak sonuca kendi çabası ile ulaşabileceği bir öğrenme ortamında anlamlı bir öğrenme sağlanacaktır. Öğrencinin merak duygusu ile öğretilmesi istenen içerik arasında güçlü bir bağ kurulmasıyla yine etkin bir öğrenme gerçekleştirilecektir.

Öğrencinin merak ve ilgisini çeken etkinlikler öğrencinin daha aktif bir şekilde derse katılımını sağlayacaktır. Öğrencilerin sürece aktif katılımları, herhangi bir matematiksel ilişkiyi sebep sonuç dâhilinde sorgulamaları ve bunun neticesinde matematiksel kavramları inşa etmeleri, uygun olan öğrenme ortamının sağlanmış olmasıyla mümkündür.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin her geçen gün dört bir tarafımızı sardığı günümüzde matematik eğitiminde de, bilgi iletişim teknolojilerden yararlanmak gerekmektedir. Ayrıca teknolojinin, matematiksel bilginin oluşmasında çok önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle öğrenme ortamını destekleyen matematiksel yazılımlar, manipülasyonlar öğrenmeye pozitif yönde etki yapmaktadır. Bu nedenle öğrenme sürecinde herhangi bir materyalle etkileşim, yapılan gözlemler neticesinde neden sonuç ilişkisi kurarak, varsayımlarda bulunarak tahmin yapma ve bunu matematiksel formlarla açıklama gibi düşünme becerileri ile gerçekleşecek bir öğrenme ortamı etkili bir öğrenmeyi gerçekleştirecektir.

Sorgulama, keşfetme, analiz etme ve soyutlama, öğrencilere kazandırılması istenen üst düzey bilişsel becerilerdir. Öğrencinin merkeze alınarak bizatihi öğrencinin kendi öğrenmesine sahip çıkması, kendi öğrenmesinden sorumlu olması ve bunun neticesinde aktif olarak öğrenme ortamının içinde yer alması matematik eğitiminde arzulanan durumdur. Süreç içerisinde keşfeden, sorgulayan öğrencinin ulaştığı sonucu matematiksel bir dille ifade etmesi ve bunu bir matematiksel durumla ilişkilendirmesi öğrenmenin ulaşacağı nihâi durumdur.

Çok sayıda verinin olduğu günümüz dünyasında verileri anlamlandırabilmek ve yorumlayabilmek büyük bir önem kazanmaktadır. Okulun hayata hazırlama gibi bir misyonu olduğu düşünüldüğünde eğitim ortamında da aynı şekilde süreç içerisinde verileri analiz etme, yorumlama ve anlamlandırma yeteneğinin kazandırılması bu amaca hizmet edecektir. Matematik eğitimi özelinde düşünüldüğünde mevcut problem üzerinde elde ettiği verileri sınıflayan, analiz ederek ve yorumlayarak elde ettiği ortak özelliklerden yola çıkarak genelleştirme yapmak ve bunu matematiksel olarak ifade etmek büyük bir önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında Sorgulayıcı Öğrenme modeli (Ardahan, 2011) çerçevesinde öğrenci seviyesine uygun etkinlikler hazırlanarak bir öğrenme ortamı oluşturulmuştur.

Yukarıda bahsedilenlerle ilgili olarak gerek MEB Ortaokul Matematik Programı'nda (2013) gerekse de MEB Ortaöğretim Matematik Programı'nda (2013) şu ifadeye yer verilmiştir:

> "Öğrencilerin seviyesine ve ilgilerine uygun, aktif katılımlarını sağlayacak gerçekçi problem çözme ve modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamları tercih edilmelidir. Öğrencilerin matematik öğrenme sürecinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden aktif olarak yararlanmaları sağlanmalıdır."

Baki'ye göre (2001), bilgisayarın matematik eğitiminde uygun kullanımından kasıt, "bilgisayarın, öğrencilerin yüksek düzey bilişsel beceriler geliştirmelerini sağlamalarına yardımcı olması ve bir matematikçinin yaşamış olduğu deneyimleri öğrencilere yaşatarak kendi matematiklerini kurmalarını sağlamak olmalıdır." (Akt: Güven ve Karataş, 2003). Bu doğrultuda, görsel araçların ve öğrenmeyi nitelikli hale getirecek modellemelerin öğrenme ortamına dâhil edilmesiyle öğrenme sürecinin kalitesi yükseltilmelidir. Görsel araç ve nesnelerin öğretimsel fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

Resim ve Modellerin Sağladığı Öğretimsel Fonksiyonlar:

1. Soyut bilgiyi somutlaştırmak
2. Yeni uyarıcı ve yeni bilgiyi sunmak
3. Motivasyonu sağlamak
4. Karşılaştırmak
5. Ana temayı vurgulamak
6. Basitleştirmek
7. Öğrenme hızını artırmak
8. Öğrencilerin davranışlarını kontrol altında tutmak,
9. Benzerlik ve farklılıkları sezdirmek
10. Dikkati çekmek ve sürdürmek
11. Kavramaya model oluşturmak
12. Daha fazla bilgi sunmak
13. Ortak referans oluşturmak
14. Örnek oluşturmak
15. Özetlemek (Dabbagh, 1999).

Buna paralel olarak, MEB Ortaokul Matematik Öğretim Programı'nda (2013), matematiksel kavramların kazandırılmasının yanı sıra, matematiği etkili öğrenmeye ve kullanmaya yönelik bazı temel becerilerin geliştirilmesi de hedeflenmektedir. Bu beceriler arasında;

● Kavramlar ve işlemler arasında ilişki kurma.

● Matematiksel kavram ve kuralları farklı temsil biçimleriyle gösterme.

● Matematiksel kavram ve kuralların farklı temsil biçimlerini birbiriyle ilişkilendirme ve birbirine dönüştürme.

yer almaktadır.

Bu becerilerin yanısıra, NCTM'nin (2000) kabul ettiği beş standarttan biri de yine temsildir ve okul matematiği için önemlidir.

Aşağıda NCTM'nin (2000), okul matematiği için ilke ve standartlardaki beş süreç standardına yer verilmiştir:

**Tablo 1.1:** NCTM' Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlardaki Beş Süreç Standardı

| | |
|---|---|
| Problem Çözme Standardı | ● Problem çözme aracılığıyla yeni matematiksel bilgiyi inşa etme.<br>● Matematikte ve başka bağlamlarda ortaya çıkan problemleri çözme.<br>● Problemleri çözmek için uygun stratejilerin bir çeşidini uyarlama ve uygulama.<br>● Matematiksel problem çözme süreçleri üzerinde derinlemesine düşünme ve kendini ayarlama. |
| Akıl yürütme ve ispat standardı | ● Akıl yürütme ve ispat, matematiği temel bileşenler olarak görme.<br>● Matematiksel varsayımları oluşturma ve inceleme.<br>● Matematiksel iddiaları ve ispatları geliştirme ve değerlendirme.<br>● İspat yöntemleri ve akıl yürütmenin çeşitli tiplerini seçme ve kullanma. |
| İletişim standardı | ● İletişim aracılığıyla matematiksel düşünmeyi güçlendirme ve organize etme.<br>● Matematiksel düşüncelerini, arkadaşlarına, öğretmenlerine ve başkalarına açık ve tutarlı bir şekilde aktarabilme.<br>● Başkalarının matematiksel düşünme ve stratejilerini analiz etme ve değerlendirme. |
| İlişkilendirme Standardı | ● Matematiksel fikirleri açık bir şekilde ifade etmek için matematiksel dili kullanma.<br>● Matematiksel fikirler arasındaki ilişkileri görme ve kullanma.<br>● Matematiksel fikirlerin nasıl iç içe geçtiğini ve tutarlı bir bütünü üretmek için birinin diğeri üzerine nasıl inşa edildiğini anlama. |
| *Temsil Standardı* | ● Matematiğin dışındaki içeriklerde matematiği belirleme ve uygulama.<br>● *Matematiksel fikirlerin organize edilmesi, kaydedilmesi ve iletişimi için temsilleri oluşturma ve kullanma.*<br>● *Problemleri çözmek için matematiksel temsilleri seçme, uygulama ve aralarında geçiş yapma.*<br>● *Fiziksel, sosyal ve matematiksel olayları yorumlama ve modellemek için temsiller kullanma.* |

Kaynak: Van de Walle, 2012: 4

Günümüz matematik eğitimi sorunlarından en önemlisi matematik ile günlük hayat ilişkisini kuramamaktır. Böyle bir durumda ise yapılan eğitim ezbercilikten öte geçmemektedir. Akyüz'e göre (2001), ders kitaplarında öğrenilen şeylerle hayat arasında gerçek bir bağ kurulamaması ezberciliğin nedenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle ders içerisinde matematiksel kavramların günlük yaşam içerisinde kullanımının verilmesi önem arz etmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi hızla gelişen teknoloji, sınıflarda matematik eğitiminin kalitesini de değiştirmektedir. Günümüzde öğretmenlerden beklenen; teknolojinin etkin kullanımı konusunda öz yeterliğini sağlayarak, sınıfında teknolojinin sunduğu olanaklardan yararlanması, öğrenciye bir kavram veya işlemi çoklu durumlarla (yazılı, görsel, sembolik, grafik, tablo, manipulatif temsil vb.) inceleyebilme imkanı veren zengin bir öğrenme ortamını sağlamasıdır. Özellikle kavramsal öğrenme konusunda destekleyici rolü olan her bir temsil türünün farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere hitap etmesinin yanında ilgili kavramın farklı bir yönüne dikkat çekmesi, kavramsal öğrenmeye katkı sağladığı yadsınamaz bir gerçektir. Dienes (1971), bir kavramın öğrenilmesinde çocuğun öğrenme etkinliğine açık olarak katılmasının yanında kavramın tek bir gösterimi yerine birçok farklı gösteriminin de kullanılmasının, kavramın daha anlamlı olarak öğrenilmesine yardımcı olacağını ifade etmektedir. Ayrıca, Alagic (2003) ise çoklu temsillerin matematiksel kavramlarla günlük yaşamdaki olay/olgular arasında bağlantıların kurulmasını da kolaylaştırdığını belirtmektedir.

Bu çalışma kapsamında hazırlanan DÇM (materyal), LMRTM (Lesh Multiple Representations Translations Model) standartları baz alınarak tasarlanmıştır. Materyalde, tam sayı kavramını anlamlı öğrenmek ve 6. sınıf düzeyinin "Tam sayılar" konusunun temeli olan "Tam sayıları yorumlar" kazanımı için dinamik çoklu modeller (dinamik yapıda ve farklı modeller) yer almaktadır. Bu temel kazanımı verebilmek ve öğrenci zihninde anlamlı bir tam sayı kavramı oluşturabilmek için Ardahan (2013) tarafından geliştirilen ve araştırmacı tarafından güncelleştirilen "zıtlık modeli" materyalde kullanılan çoklu modellerden bir tanesidir.

Tam sayı öğretiminde, eşitlik-nicelik ve yönlü modeller günümüze kadar kullanılagelmiştir. Sayı doğrusu, termometre, deniz seviyesi, asansör, borç alacak vb. modellere şimdiye kadar ders kitaplarında ve araştırmalarda yer verilmiştir. Bunlardan farklı olarak tam sayı kavramının denklik sınıfı tanımlaması temel alınarak tasarlanmış olan zıtlık modelinin, tam sayı kavramını anlamada, açıklamada, yorumlamada ortaokul öğrencileri için ciddi katkısı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, materyalde bahsi geçen diğer modeller de dinamik yapıda tasarlanmıştır. Materyalde dinamik çoklu modeller, birer temsil türleri olarak ele alınmıştır. Yani, araştırmacının her bir ara yüzde verdiği bazı modeller (sayı doğrusu, zıtlık modeli) LMRTM'ye göre birer "manipulatif" temsildir. Bazı modeller (asansör, termometre, deniz seviyesi), LMRTM'ye göre birer "manipulatif" temsil ya da "gerçek yaşam durumu simülasyonu" temsilidir. Ayrıca Nahakara (2008)'e göre "manipulatif" temsildir. Öte yandan, Janvier'e göre (1987), bu modeller "nesne" temsiline karşılık gelmektedir. Materyalde, modelin yanında araştırmacı tarafından verilen "sözel ifade" kısmı LMRTM'ye göre "sözlü (konuşma) sembol" temsilinin karşılığıdır; Nahakara (2008)'e göre bu, "dilbilimsel" temsilin karşılığıdır. Janvier'e (1987) göre ise "sözel açıklama" temsilidir. Yine, "matematiksel ifade" kısmı ise LMRTM'ye göre "yazılı sembol" temsilinin, Nahakara (2008)'e göre "sembolik" temsilin karşılığıdır. Janvier'e göre (1987) ise bu, "formülleştirme" temsiliyle açıklanmaktadır.

Burada önemli olan, temsillerin kelime karşılıklarından ziyâde tam sayı ve işlemlerini çoklu durum ile izah etmek suretiyle kavram öğrenmeye yardımcı olmaktır. Anlamlı ve kolay öğrenmenin gerçekleşmesi için tasarlanan materyalde kullanılan çoklu temsil destekli tasarlanmış modellerin dinamik ve çoklu yapıda olması da sağlanmıştır. Temsiller, bilginin kavramsal düzeyde yapılandırılmasına önemli katkılar sunmaktadır (Keller ve Hirsch, 1998; Aktaran: Ainsworth, 2006). Nitekim; Matematik Eğitiminin öğrenci açısından genel amaçlarından bazıları MEB Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (2013) belirtilmektedir:

* Matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklamak ve paylaşmak için matematiksel terminoloji ve dili doğru kullanabilecektir.

* Kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilecektir.

MEB Matematik Öğretim Programı'nda (2013) yer alan genel amaçlar ve matematiği etkili öğrenmeye ve kullanmaya yönelik bazı temel beceriler dikkate alınarak; bu çalışmada dayandığı SÖ (Sorgulayıcı Öğrenme) yaklaşımı kapsamında istifadeye sunulan, araştırmacı tarafından çoklu temsil destekli tasarlanan orijinal dinamik çoklu modellerin, öğrencilerin başarılarına etkisi ayrıca öğrencilerin temsiller arası geçiş becerileri, model tercihleri ve SÖ aşamalarındaki yeterlilikleri ele alınmıştır.

### 1.1. Araştırmanın Amacı

Araştırmada, SÖ sürecinde, görsel imaj ve modellemeler vasıtasıyla öğrencilerin "Tam sayılar" konusuyla ilgili olarak alternatif bir öğrenme süreci tasarlanmıştır. Bu doğrultuda, SÖ (Sorgulayıcı Öğrenme) yaklaşımı çerçevesinde tam sayı kavram ve işlemlerinin Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) yaklaşımıyla çoklu temsil destekli Dinamik Çoklu Modelleme (DÇM) ile öğretiminin, öğrencilerin başarılarına etkisini araştırmak ayrıca öğrencilerin "Tam sayılar" konusuna ilişkin model tercihlerini, temsiller arası geçiş becerilerini ve Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) süreci aşamalarındaki yeterlilik düzeylerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

### 1.2. Araştırmanın Önemi

MEB Matematik Dersi Öğretim Programı (2013) genel amaçları ve matematik becerileri ile NCTM (2000) matematik dersi becerileri kapsamında bahsi geçen öğrenci becerilerini kazandırmak zorunlu bir gerekliliktir. Bu becerileri kazandırma doğrultusunda, etkin bir eğitim-öğretim ortamı hazırlanmalıdır. Etkin bir eğitim-öğretim ortamının bileşenlerinden biri de nitelikli bir metoddur. Bu araştırmada ortaokul matematiğinin temeli niteliğindeki tam sayı kavram ve işlemlerinin anlaşılmasının ileriki öğrenme alanlarına olumlu yansıyacağının önemi de düşünülerek nitelikli bir metod olduğu düşünülen SÖ modeli çerçevesinde DÇM ile Tam sayılar öğrenme alanı üzerinde çalışılmıştır.

#### 1.2.1. Teorik Önemi

Son yıllarda, matematik öğrenme ve öğretme alanlarındaki araştırmalarda temsil hakkındaki görüş ve fikirler önemli ölçüde gelişmiştir (Goldin ve Shteingold, 2001; Moritz, 2000; Aktaran: Luitel, 2005). 1989'da; temsil, iletişim becerisinin bir alt boyutu olarak tartışılırken matematik öğrenme ve öğretimindeki giderek artan önemi nedeniyle NCTM (2000) yılında temsil becerisini okul matematiği standardı olarak seçmiştir (Fennell ve Rowan, 2001; Aktaran: Luitel, 2005). Modellemeler ise, matematiksel düşünce veya bilişsel şemaların amatör bir soyutlaması olarak görülebilir (Pape ve

Tchoshanov, 2001; Aktaran: Luitel, 2005). Her bir şema, öğrencilerin kendi zihinsel ağlarının bir parçasını kurmak amacıyla, kendileri tarafından oluşturulur (Hiebert ve Carpenter, 1992; Aktaran: Luitel, 2005). Matematiksel model, gerçekliğin kesin tarafını açıklamak ve anlamak için oluşturulan bir paradigma ya da şemadır. Aynı zamanda matematiksel modeller öğrencilerin yaratıcılık potansiyellerini harekete geçirmektedir (Ardahan, 2011a). Modelleme ve temsil kavramlarının ayrımına Kavramsal Çerçeve kısmında (Bkz: 2. Bölüm) yer verilmiştir.

Literatürde pek fazla rastlanmayan dinamik çoklu modellerin önemini ortaya koyarak teknoloji ile birlikte tasarlanmış orijinal materyalin, öğrenmeyi kolaylaştırmak ve anlamlandırmak için bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Bu materyal ise bir sistematik ile açıklanarak; bir model (SÖ) üzerine inşa edilmesiyle nitelik kazanmıştır.

Ayrıca kapsam olarak “Tam sayılar” alt öğrenme alanında çalışılmıştır. Tam sayı öğretiminde yaşanan öğrenme zorlukları, anlamlandıramama, kural ile öğretim gibi olumsuzluklar geçmişten günümüze kadar sürmektedir. Bu açıdan, tam sayıların anlamlı öğrenilmesinin sonraki kazanımlara da temel teşkil edeceği ve kolaylık sağlayacağı aşikârdır.

Bu çalışma, araştırmacının da görev aldığı, 2013 Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü (BAP) tarafından kabul edilen “Matematik Öğretimi İçin Dinamik ve Etkileşimli Öğretim Materyalleri Hazırlama” adlı ve 141210002 kodlu proje ile desteklenen bir çalışmadır.

### 1.3. Problem Cümlesi

Bu araştırmada aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır.

1. Tam sayılar konusunun Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) yaklaşımıyla çoklu temsil destekli Dinamik Çoklu Modelleme (DÇM) ile öğretiminin, öğrencilerin başarılarına etkisi nedir?

2. Deney ve kontrol grubunda kullanılan yöntemler, öğrencilerin Tam sayılar konusu ile ilgili model tercihlerini nasıl şekillendirmektedir?

3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temsiller arası geçiş becerileri nasıldır?

4.Deney grubu öğrencilerinin SÖ süreci aşamalarındaki yeterlilik düzeyleri nedir?

Bu çalışmada hem nitel hem nicel bir yöntem benimsendiğinden, yukarıdaki 1. problem cümlesine yanıt aranırken nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. 2., 3. ve 4. problem cümlesine yanıt aranırken ise nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır.

### 1.4. Sayıltılar

● Öğrencilerin veri toplama araçlarındaki sorulara verdikleri cevapların objektif olduğu ve dürüst davrandıkları varsayılmıştır.

● Çalışma grubunda ortaya çıkabilen ve bir veya iki öğrenci ile sınırlı kalan adaptasyon ve devamsızlık sorununun çalışmanın bütününü ve sonucunu etkilemediği varsayılmıştır.

● Uygulamayı yapan araştırmacının veri toplama araçlarının sonuçlarını objektif olarak analiz ettiği ve yansıttığı varsayılmıştır.

### 1.5. Sınırlılıklar

● Araştırma MEB araştırma komisyonunun eğitim ve öğretimi aksatmamak için sınırlı izni dolayısıyla bir adet 6. sınıf ile,

● Süre açısından; 2015- 2016 eğitim-öğretim yılının ikinci dönemi ile,

● Kapsam açısından; Tam sayılar alt öğrenme alanı ile sınırlandırılmıştır.

# İKİNCİ BÖLÜM

# KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde Matematik Eğitiminde öğrencilere kazandırılması gereken becerilerden çoklu temsilin tanımı, müfredattaki yeri, çoklu temsil çeşitleri, çoklu temsillerde teknoloji kullanımının önemi ile özelde bu temsil çeşitlerinden biri olan manipülatif temsiler ile model, modelleme ve dinamik modelleme kavramlarına yer verilmektedir. Ayrıca tam sayı öğretimi ile tam sayı öğretiminde kullanılan modeller ve Sorgulayıcı Öğrenme ilgili bilgi verilmektedir.

## 2.1. Temsil Kavramı

Temsil sözcüğüne karşılık Türk Dil Kurumu sözlüğünde, “birinin veya bir topluluğun adına davranma” tanımı yer almaktadır. Günlük konuşmada temsil, bir şeyin tamamının veya parçalarının, yerini tutan, sembolize eden, ima yoluyla ilişkilendiren, özel bir yönü ile bağlantı kuran veya başka bir şeye atıf yapan bir tür yapılandırmaya karşılık gelir (Palmer, 1977; Goldin ve Kaput, 1996; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016).

Matematik Eğitiminde kavramsal öğrenme anlamında önemli bir yere sahip olan temsiller ile ilgili literatürde farklı tanımlar yer almaktadır. Keller ve Hirsch (1998), temsilleri, bir matematiksel kavramın öğretilmesinde farklı bilgi ve içeriklerin birbiriyle ilişkilendirilerek sunulmasına fırsat sağlayan araçlar olarak tanımlarken; Duval (1993) matematiksel nesneleri ifade edebilmek için kullanılan işaret ve simgelerden oluşan özel bir dil olarak tanımlamaktadır (Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016:520). Bu ve literatürdeki diğer tanımlardan yola çıkılarak farklı bir tanım yapmak gerekirse temsiller, öğrenmeyi kolaylaştıran ve öğrenmenin bütünleşik bir yapıda gerçekleşmesini sağlayan matematiksel şekil, sembol, sözlü ifade ve notasyonların birlikte verildiği araçlar olarak tanımlanabilir.

Matematiksel bilgilerin anlamlı bütünler oluşturacak şekilde düzenlenmesinde dil, ifade ve temsiller önemli yer tutar. Özellikle problem çözme ve matematiksel iletişim gibi Matematik Eğitiminde öğrencilere kazandırılması gereken beceriler arasında da önemli bir yere sahiptir (Duval, 1999; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016:520). Amerikan Matematik Öğretmenleri Ulusal Kurulu'nun (NCTM, 2000), belirlediği matematik dersi standartlarının; öğrencilere kazandırılması gereken becerilerin arasında temsil becerisi gelmektedir. Aynı şekilde Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda özellikle öğrencilerin "Somut model, şekil, resim, grafik, tablo, sembol vb. farklı temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşünceleri ifade etmelerine olanak sağlayacak şekilde eğitim ortamı oluşturmaları" tavsiye edilmektedir.

Temsil etme süreci ile soyut kavram veya semboller, gerçek dünya içinde, somut olarak modellenirken nesne ve semboller arasında ilişki kurulmakta; böylece bireylerin matematiksel durumları anlaması kolaylaşmaktadır (Kaput, 1998; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016: 522). Bu nedenle temsil becerisi Matematik Eğitiminde kendi başına bir beceri olarak ifade edilirken aynı zamanda kazandırılması gereken diğer beceriler içinde de önemli bir yere sahiptir.

### 2.2. Çoklu Temsil

Çoklu temsil yaklaşımı olarak, "Lesh Multiple Reprentations Translations Model" (LMRTM), Richard Lesh (1987) tarafından önerilmiştir. Çoklu temsile ilişkin araştırmalara bakıldığında yapılan araştırmalar daha çoklu temsil kullanımları, temsile ilişkin farkındalık, temsil tercihleri, temsil dönüşüm süreçleri, teknoloji destekli öğretimde temsil bilgisi gibi alanlarda yapılmıştır.

Her nesnenin birden fazla temsili olabileceği gibi her temsil farklı kişide farklı anlamlar oluşturabilir Bu bağlamda gerçek anlamı, bu nesne ile temsilin ilişkilendirilmesi ve gerektiğinde çözümlenmesiyle sağlanabilir (Duval, 1999; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016:522). Örneğin; 3/5 ifadesini bize bunu söyleyen kişinin neyi kastettiğini belirtinceye kadar bu ifadenin neyi temsil ettiğini bilemeyiz. Çünkü 3/5 ifadesi oran, kesir ve bölme anlamlarında kullanılabilmektedir. İşte bu nedenle temsiller bazen tek başına bir anlam ifade etmemektedir. Delice ve Sevimli'nin (2016) "Grafik, temsili verilerin görsel olarak sunulmasına yardımcı olurken problem çözümü için gerekli olan argümanları içermeyebilir. Bu yüzden her bir temsilin kendi içerisindeki sınırlılıklarını gidermek için temsillerin birlikte ve ilişkilendirilerek kullanılmalıdır" ifadesi ile sadece bir temsilin bir matematiksel bilgiyi anlamada yeterli olmayacağı belirtilmiştir. Bununla ilgili olarak, örneğin, Tam sayılar konusunda kullanılan sayma pulu modeli “nicelik” kavramını açıklamak için termometre modeli ise “yön” kavramını açıklamak için idealdir.

Bununla birlikte Arcawi (2003), “The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics” adlı çalışmasında yaratıcılığın, hem süreç hem ürün olarak görselleştirme, resim ve imajlar üzerinden yansıtmak, matematik ve matematik eğitiminde görüş açısının arttırılmasında etkin olduğunu belirtirken aynı zamanda, görselleştirmenin öğrenci ve öğretmen açısından bazı sınırlılık ve olası zorluklarının olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, çoklu temsil kullanımı, Claude Janvier (1993) tarafından matematik öğrenmede modelleme problemleri hakkında edite edilmiş olan bir kitapta derinlemesine incelenmiştir.

Akkuş Çıkla (2004), “Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Performansına, Matematiğe Karşı Tutumuna ve Temsil Tercihlerine Etkisi” adlı çalışmasında çoklu temsil temelli öğretimin, geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırılarak yedinci sınıf öğrencilerinin cebir performanslarına, matematiğe karşı tutumlarına ve temsil tercihlerine olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Sonuç olarak “Temsil Biçimine Dönüştürme Beceri Testi” ve “Cebir Tanı Testi”nden alınan puanlara göre deney grubu lehine manidar fark bulunmuşken matematiğe karşı tutum ölçeği puanlarına göre deney grubu lehine mânidar fark bulunamamıştır. Görüşmeler sonucunda ise deney grubu öğrencilerin verilen cebir problemleri için farklı temsil kullanabildikleri ve bunlardan verilen duruma en uygun olanını seçebildikleri ortaya çıkmıştır

Etkili bir matematik eğitimi için bir konunun öğretiminde kaç farklı temsil kullanılması konusunda bir sınır belirtilmese de ders içinde kullanılacak temsil çeşitleri, öğrenmeyi anlamlandıracak ve kolaylaştıracaktır. Bu anlamda kullanılacak çoklu temsillerin sınıflandırılması ve çeşitlerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

### 2.3. Çoklu Temsil Sınıflandırmaları

Literatüre bakıldığında çoklu temsiller farklı kriterlere göre sınıflanmıştır. Temsil etme sürecinin nerede gerçekleştiğine göre (Goldin ve Kaput, 1996; Aktaran: Delice ve

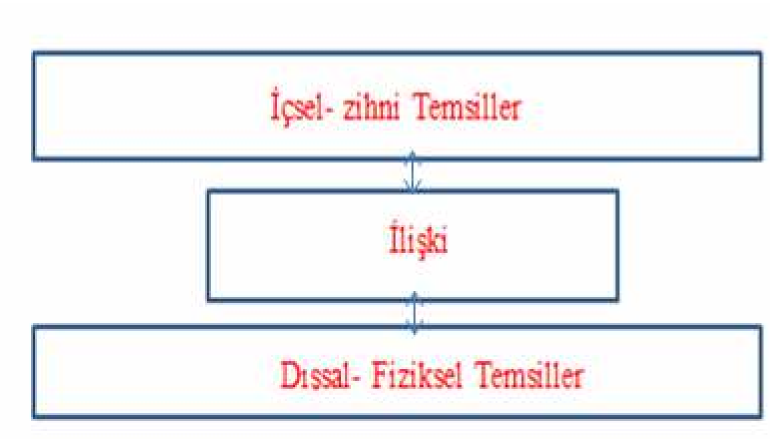
Sevimli, 2016:522), içeriğin sunumunda kullanılan dile göre (Duval, 1999; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016: 522) sınıflandırmalar yapmaktadır. Buna göre çoklu temsiller; içsel-dışsal temsiller, sembolik-görsel temsiller ve girdi-çıktı temsilleri olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir.

### 2.3.1. İçsel-Dışsal Temsil

Bu teorinin iki anahtar kelimesi; içsel temsil ve dışsal temsildir. İçsel temsiller, doğrudan gözlenemeyen bilişsel ve zihni modeller, şemalar, kavram ve zihni nesnelerdir (Janvier, Girardon ve Morand, 1993: 81). Dışsal temsil ise, diyagram, grafik, şema gibi çeşitli zihni süreçleri modelleyen düzenlemelerdir (Janvier, 1987:147).

Kaput (1991), içsel ve dışsal temsilleri, zihni yapılar ve sembolleştirme olarak tanımlar. Zihni yapılar, bireysel organizelerdir ve sembolleştirmeler ise kültürel ve sözel olgulardır (Kaput, 1991:55).

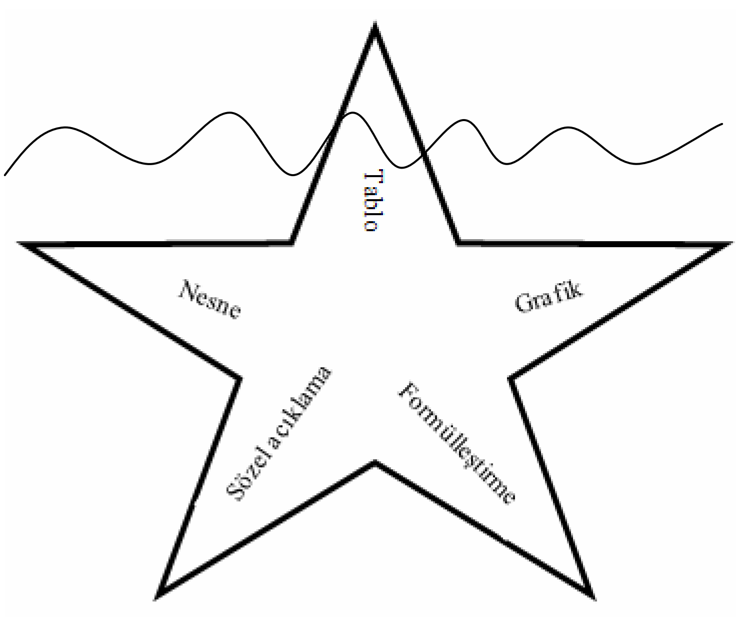
İçsel temsillere kişinin zihninde oluşturduğu şemalar örnek verilebilir. Dışsal temsiller ise daha çok gözlemlenen kelime, grafik, resim ve denklem örnek verilebilir (Goldin, 1998; Aktaran: Akkuş Çıkla, 2004). Bazı kaynaklarda ise içsel temsil için (sembolik), dışsal temsil için (ikonik) ifadeleri kullanılmaktadır.




**Şekil 2.1:** İçsel ve Dışsal Temsiller Arasındaki İlişki

Campbell, Collis ve Watson'ın (1992), "Multi-modal Functioning During Mathematical Problem Solving" adlı çalışmasında, ikonik ve kalıp sembolik fonksiyonlarının arasındaki nüansı, matematik problem çözme ile bağlantılı görsel sürecin iki farklı yaklaşımıyla çalışarak araştırmıştır. Birincisi matematiksel görsel imaj ve diyagramları temele alırken ikincisi ise, problem hikâyesi ile ilişkili matematiksel olmayan görsel imajlarla ilgilidir. 4 gruplu 10. Sınıf öğrencilerinin yüksek ve düşük kalıp sembolik yetenekleri ile yüksek ve düşük ikonik yetenekleri araştırılmıştır. Sonuçlar problem çözmedeki başarıların kalıp sembolik yeteneklerle bağlantılı olduğunu ancak ikonik yeteneklerle ilişkili olmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu da, matematiksel temelli görsel imaj ve diyagramların kalıp sembollerle ikonik yeteneklerle benzer şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Problem cümlesiyle bağlantılı tesadüfi görsel imajlar ve bununla birlikte ikonikleştirmede bireysel farklılıklar kalıp sembolik yeteneği ile ilişkili değildir.

Janvier (1987) temsiller şemasını buzdağı şeklindeki bir yıldız olarak tasarlamıştır. İlişki, yıldızın bir noktasından diğer noktasına geçişte gerçekleşmektedir. İlişkiyle birlikte, bir temsilin başka bir temsille (Örneğin, denklemden grafiğe geçiş) anlamlandırılması sağlanmaktadır (Janvier 1987:27). Janvier (1987), çoklu temsilleri; tablo, grafik, formülleştirme, sözel açıklama, nesne olarak açıklamıştır.




**Şekil 2.2:** Janvier’in (1987) Temsillere İlişkin Yıldız Benzeşim Modeli

### 2.3.2. Sembolik - Görsel Temsil

Gilbert (2010), işaret, söylem veya sembollere sembolik temsil, grafik ve diyagramı görsel temsil olarak ifade etmiştir (Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016). Örneğin; “-2” sembolik temsil iken, -2’nin sayı doğrusundaki gösterimi, görsel temsildir. Ya da “y=2x” sembolik temsil iken, 2x’e ait doğru grafiği görsel temsildir.

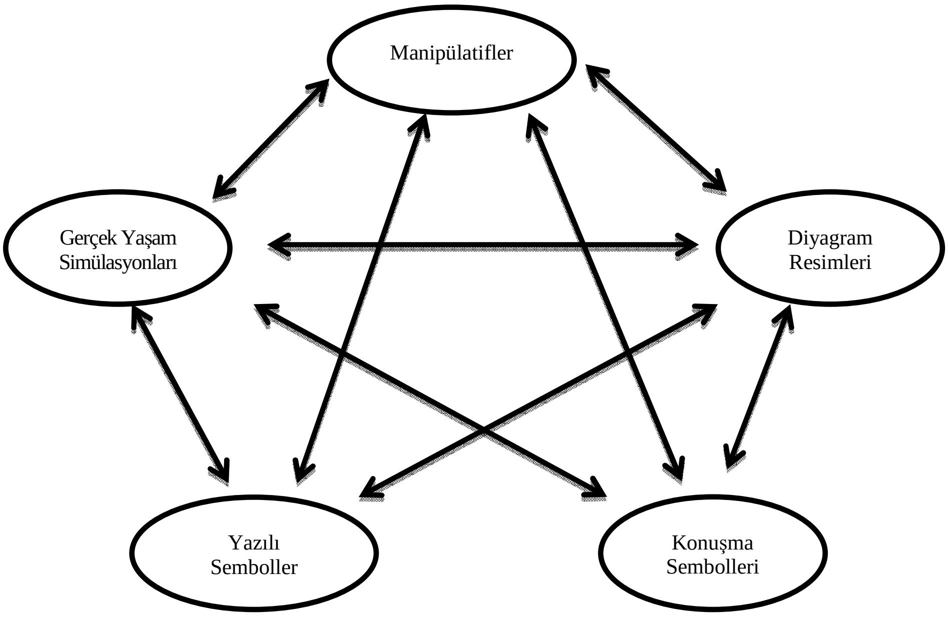
### 2.3.3. Girdi-Çıktı Temsiller

Problem çözme sürecinde temsiller üstlendikleri rollere göre girdi veya çıktı temsil yapısına sahip olabilirler. Girdi temsilleri, problem verilerinin sunumunda kullanılan betimleyici temsiller iken; çıktı temsilleri, problem çözümünde ulaşılması hedeflenen (kavrama ilişkin) anlamlardır (Kendal, 2002; Sevimli, 2009; Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016).

Lesh’in sınıflandırmasına göre ise temsil çeşitleri sırasıyla denklem, tablo, grafik, diyagram, somut modeller, metafor, konuşulan dil ve yazılı sembollerdir. Temsiller matematiksel kavramları anlamada son derece önemlidir. Bu modele göre, eğer bir öğrenci matematiksel bir fikri anlamışsa kesinlikle temsil şekilleri arasında da ilişki kurma becerisine sahip olmalıdır (Lesh, Post ve Behr, 1987).

Lesh, Post ve Behr (1987), “Representations and Translations Among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving” adlı çalışmasında matematiksel öğrenme ve problem çözme sürecinde beş belirgin gösterimden bahsetmiştir. Bunlar 1) Gerçek yaşam durumları-bilginin gerçek yaşamdan alındığı durumlar. 2) Manipülatifler - kesir çubukları, sayı pulları vb. 3) Resim ve diyagramlar-sayı doğrusu, alan modeli vb. 4) Sözlü semboller - günlük yaşam dili ve 5) Yazılı semboller - matematiksel özel cümleler ve ifadelerdir.

Lesh’in (1987) çoklu temsiller arasındaki ilişkiyi gösterdiği model aşağıdaki gibidir:




**Şekil 2.3:** Lesh'in (1987) Çoklu Temsil İlişkileri Modeli (LMRTM)

Nahakara (2008), Lesh'in (1987) Çoklu Temsil İlişkileri Modeli içerisinde yaptığı sınıflamalar sonucunda matematik eğitiminde kullanılabilecek temsil çeşitlerini beş başlık altında incelemiştir.

**1- Sembolik Temsiller:** Matematiksel notasyonlarda kullanılan sayı, harf veya semboller.

**2- Dilbilimsel Temsiller:** Kavramlar ifade edilirken kullanılan Türkçe, İngilizce gibi lisanlar

**3- Görsel Temsiller:** Bilgiyi açıklayıcı şekil, diyagram veya grafikler.

**4- Manipülatif Temsiller:** Öğretime yardımcı olan sayma pulları, kesir çubukları ve örüntü blokları gibi araçlar.

**5- Gerçekçi Temsiller:** Gerçek durum ve somut nesnelere dayalı modeller şeklinde sıralanmıştır (Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016).

Yukarıda belirtilen sınıflamalar doğrultusunda bu araştırmada kullanılan sayma pulları, zıtlık modeli, sayı doğrusu, termometre modelleri manipulatif temsiller grubunda yer almakla birlikte; tam sayıların ifade edilmesinde sembolik temsiller; ilgili materyalin kullanılmasına ilişkin açıklamalarda görsel temsiller, yine kavramların ifadesinde dilbilimsel temsiller ve termometre, asansör, deniz seviyesi gibi gerçek durum ihtiva eden gerçekçi temsiller kullanılmıştır. Bütün bu sınıflandırmaların ötesinde farklı sınıflandırmaların kendi içerisindeki temsiller arası geçiş, matematik eğitiminde önemli bir yer tutmaktadır.

Temsiller, bilginin kavramsal düzeyde yapılandırılmasına önemli katkılar sunmaktadır (Keller ve Hirsch, 1998; Aktaran: Ainsworth, 2006). Akkoç (2006) tarafından yapılan "Fonksiyon Kavramının Çoklu Temsillerle Çağrıştırdığı Kavram Görüntüleri" adlı çalışmada matematiğin önemli kavramlarından fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin (küme eşlemesi diyagramı, sıralı ikililer kümesi, grafik ve cebirsel formül) öğrencilerin zihninde çağrıştırdığı kavram görüntülerini incelemiştir. Çoklu temsillerin oluşturduğu kavram görüntüleri oynadıkları prototip ve örneklem rolleri açısından irdelenmiştir. Görüşmelerde öğrencilerden çeşitli temsillerin fonksiyon olup olmadığı hakkında yüksek sesle düşünmeleri istenmiştir. Görüşmelerin çözümlemeleri göstermiştir ki küme eşlemesi diyagramı prototip rolü oynayarak tanımsal özelliklere daha yakın kavram görüntüleri çağrıştırmıştır. Grafik ve cebirsel temsiller ise tanımdan ziyade özel örnekleri (örneklem demetlerini) çağrıştırmıştır.

Yine aynı şekilde English ve Watters'ın (2005) "Mathematical Modeling in The Early School Years" adlı 8 yaşından küçük çocukların matematiksel modellemenin, matematiksel bilgilerinin ve akıl yürütme süreçlerinin gelişimine etkisinin araştırıldığı çalışmada çocukların bilişsel yeterliklerinin ve akıl yürütme becerilerinin olumlu yönde ilerleme kaydettiği belirlenmiştir.

Dienes (1971), bir kavramın öğrenilmesinde çocuğun öğrenme etkinliğine açık olarak katılmasının yanında kavramının tek bir gösterimi yerine birçok farklı gösteriminin de kullanılmasının, kavramın daha anlamlı olarak öğrenilmesine yardımcı olacağını ifade etmektedir. Bunu destekler mahiyette Post (1971), bir çocuğa farklı yollarla ve farklı şartlarda bir kavramı inceleme fırsatı verilirse çocuk kavramın somut materyaldeki gösteriminden bağımsız olduğunu algılayabilir. Bu prensibe göre örneğin tam sayı kavramı anlatılırken sayma pulları, sayı doğrusu, termometre gibi birçok farklı gösterimden faydalanılarak tam sayı kavramının öğrencideki algısının güçlenmesi sağlanmaktadır. Bu çalışmada da öğrenciye sunulacak farklı gösterimler ve çoklu modellerle öğrencinin tam sayı ile ilişkili kavramlara yönelik gösterimlerde ortak olan şeyleri anlamasına ve somut şeylerin soyutlanmasına yardımcı olunacaktır (Aktaran: Bolyard, 2005).

Gerek farklı sistem içerisindeki temsiller arası dönüşümün (içsel temsil - dışsal temsil) gerekse de aynı sistem içerisindeki temsiller arası dönüşümün (denklem---grafik) bilinmesi ve bunun Matematik Eğitiminde anlamlı öğrenmeye ve kavramsal öğrenmeye katkı sağlayacak şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Grafik temsili, verilerin görsel olarak sunulmasına yardımcı olurken problem çözümü için gerekli olan argümanları içermeyebilir. Bu yüzden her bir temsilin kendi içerisindeki sınırlılıklarını gidermek için temsillerin birlikte ve ilişkilendirilerek kullanılması önerilmektedir. (Delice ve Sevimli, 2016).

Ortaokul Matematik Programı'nda ifade edildiği gibi Matematik Eğitiminin genel amaçlarından bir tanesi de öğrencilerin problem çözme aşamalarında kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilmeleridir. Öğretmenlerin derslerinde kullanacakları temsiller öğrencilerinin temsil becerilerini geliştirecektir. Bu nedenle gerek öğretmen adaylarının gerekse de öğretmenlerin çoklu temsil kullanmaları, öğrencilerin bu becerilerinin gelişimini doğrudan etkilemektedir.

"İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problem Çözmede Kullandıkları Temsiller" adlı çalışmasında İpek ve Okumuş (2012), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözüm süreçlerinde ne tür temsil kullandıkları ve bu temsillerle ilgili yaşadıkları sorunları araştırma amacıyla 48 öğretmen adayı ile problem çözmede çoklu temsilleri kullanma testi ve klinik mülakat uygulamıştır. Elde edilen verilere göre, adayların problemlerin çözüm sürecinde özellikle konuşma dili temsilini diğer temsil türlerine göre daha yoğun kullandıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak özellikle problemi anlama aşamasında önemli işleve sahip olduğunu düşündükleri temsillerin kullanımında adayların probleme uygun temsil oluşturamama ve temsiller arasında geçiş yapamama gibi sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012), "İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Somut Materyalleri ve Sanal Öğrenme Nesnelerini Kullanma Yeterlikleri" adlı çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının somut materyal ve sanal öğrenme nesneleri kullanma yeterliklerini incelemiştir. Bu amaçla Bolu'daki devlet üniversitesinde çalışmalar yapmış ve bunun için önceden geliştirilen birkaç test uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının bu nesneleri kullanma yeterliliklerini yüksek bulmuş ancak sanal öğrenme nesneleri için matematik eğitiminde yeterli düzeyde Türkçe ara yüze sahip öğrenme nesnelerinin bulunmadığı öngörüsünde bulunulmuştur. Yine aynı çalışmada öğretmen adaylarının sanal öğrenme nesneleri ile ders işlerken tedirgin olacaklarını düşündükleri belirtilmiştir.

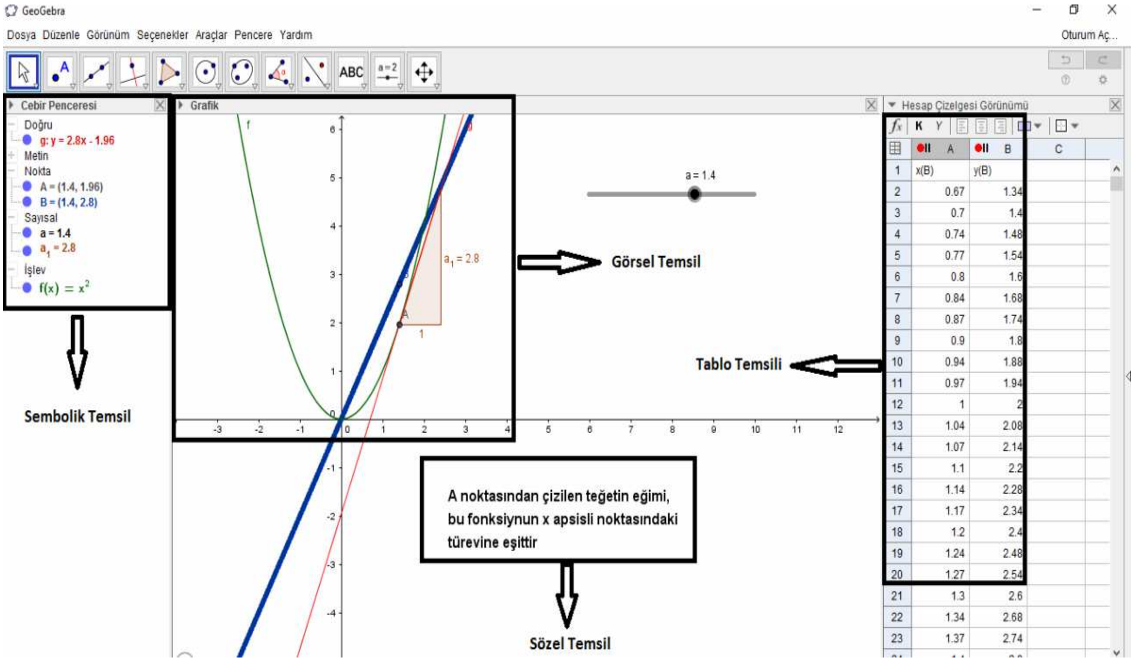
### 2.4. Teknoloji Destekli Çoklu Temsiller

Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler ile teknolojiye erişimin kolaylaşması, öğrenme ortamlarında çoklu temsillerin daha kolay ve sık yer edinmesine yol açmıştır (Mallet, 2007; Pierce vd., 2011; Hwang ve Hu, 2013; Sevimli ve Delice, 2014; Dreher ve Kuntze, 2015: Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016).

Ortaokul Matematik Öğretimi Programında "Kavramların farklı temsil biçimlerinin ve bunlar arasındaki ilişkilerin görülmesini mümkün kılan ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetmelerine olanak sağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılması özellikle vurgulanmaktadır. Bu nedenle Matematik Eğitiminde teknoloji destekli çoklu temsil kullanımına önem verilmesi gerekmektedir.

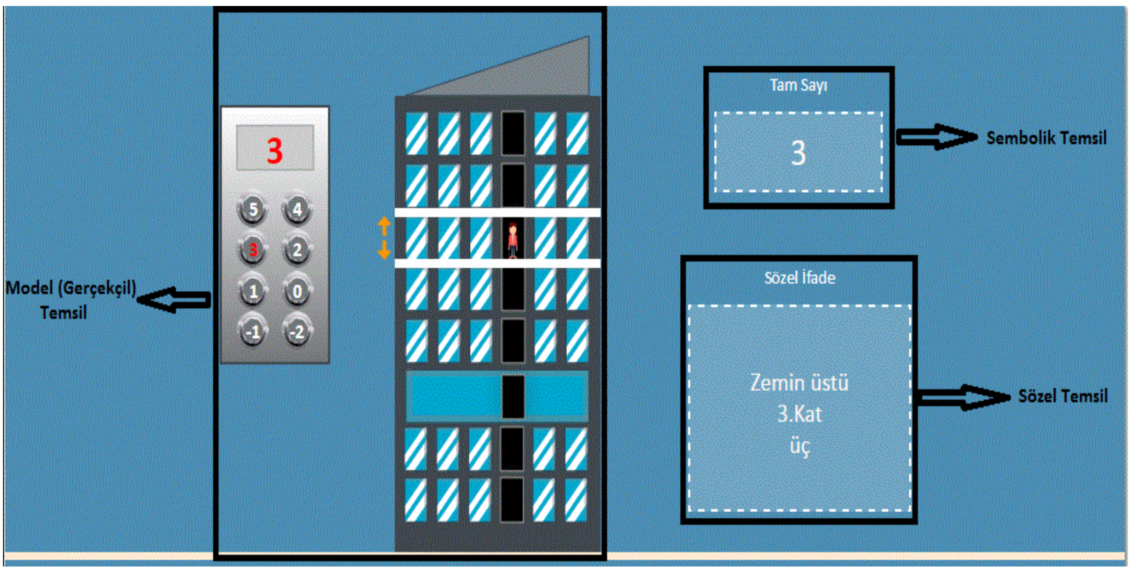
Reys (1971), dinamik materyalleri "öğrencilerin dokunup hareket ettirebildiği nesneler" olarak tanımlamıştır. Teknolojinin eğitime entegrasyonu ile birlikte teknoloji destekli matematik öğretimi de farklı bir boyut kazanmıştır. Teknolojideki bu gelişmelerle, dinamik yani hareketli nesnelerin kullanıldığı dinamik yazılımlar ve manipülatifler birden fazla temsilin aynı anda kullanılabilmesine imkan sağlamıştır (Aktaran: Bolyard, 2005).

Aşağıda açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımı olan Geogebra programı ile araştırmada kullanılan manipülatiften farklı temsillere ilişkin görüntülere yer verilmiştir.




**Şekil 2.4:** Çoklu Temsil Örneği

Şekil 2.4.'te görüldüğü gibi Türev konusuna ilişkin geogebra dosyasında türevin geometrik anlamına ilişkin farklı temsiller yer almaktadır. Sembolik temsil, grafik-görsel temsili, tablo temsil ve sözel temsil olmak üzere teknoloji ile birlikte 4 farklı temsilin aynı anda verilmesi imkânı yakalanmıştır.




**Şekil 2.5:** Çoklu Temsil Örneği

Yine aynı şekilde Şekil 2.5. örneğinde görüldüğü gibi, araştırmacının bu tezde kullandığı manipulatife ait bir ara yüzde aynı anda gerçekçi temsil, sembolik temsil ve sözel temsil aynı anda kullanılmıştır.

Görüldüğü gibi iki farklı örnekte de birden fazla temsil kullanılmış ve bu temsillerle öğrencilerde kavramsal anlamanın gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Akkoç'a göre (2006), birden çok temsile aynı anda ve etkin bir şekilde ulaşma imkanı sağlayan teknoloji desteğinin temsiller arası bağları kuvvetlendirmek suretiyle kavramsal anlamaya katkı sağladığını belirtmiştir. Yine Kaput (1987), bir kavramın farklı temsillerinin ilişkilendirildiği durumlarda, öğrencilerin kavrama ilişkin daha güçlü bilişsel şemalar geliştireceğini ve böylelikle anlamlandırmanın gerçekleşebileceğini belirtmektedir (Aktaran: Delice ve Sevimli, 2016). Literatür taraması ışığında genel olarak, matematik konusunun öğretim teknolojilerinden yararlanmak suretiyle çoklu temsiller eşliğinde işlendiği sınıflarda öğrencilerin ilgili konudaki bilişsel ve duyuşsal yeterlikleri daha fazla geliştiği söylenebilir.

Durmuş ve Yaman'ın (2002) "Mevcut Teknolojilerin Sunduğu Çoklu Temsil Olanaklarının Oluşturmacı Yaklaşıma Getireceği Yenilikler" adlı çalışmasında grafik çizerler, bilgisayar yazılımları ve internet vb. temsillerin sundukları ve bu temsillerin oluşturmacı yaklaşımın önemsediği ilkeleri hayata geçirmede nasıl kullanılabilecekleri eleştirel bir yaklaşımla ele alınmıştır. Araştırma sonucunda, öğrenme-öğretme sürecini zenginleştirdiği için öğrencilerin kendilerine uygun temsil olanaklarının verilmesinin ve bu temsillerden yararlanmanın bir zorunluluk hâline geldiği görülmüştür.

Teknoloji destekli çoklu temsil çalışmalarından bir diğeri Özgün Koca, A. (2004) tarafından yapılan "The Effects of Multiple Linked Representations on Students' Learning of Linear Relationships" adlı çalışmadır. 9. Sınıf cebir öğrencilerinin doğrusal ilişkiler konusunu öğrenmelerinde bilgisayar kullanımının etkileri incelenmiş olup; bağlantılı ve yarı bağlantılı gösterim yazılımı kullanan iki deney ve bir kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, yarı bağlantılı gösterimlerin bağlantılı gösterimler kadar etkili olabileceği ve her ikisinin de farklı durumlarda, değişik sınıf seviyelerinde ve matematik konularında kullanımının yararlı olduğu görülmüştür.

Ainsworth ve Van Labeke (2004), “Multiple Forms of Dynamic Representation” adlı çalışmalarında öğretim simülasyonlarındaki dinamik temsilleri incelemişlerdir. Çalışmada, statik temsillerle karşılaştırıldığında dinamik temsillerin belirgin avantajları olduğu iddia edilmiştir. Çoklu temsili dinamik simülasyonların öğrencilerin farklı yollar görmesini sağladığı belirtilmiştir.

Confrey, Smith, Piliero ve Rizzuti’nin (1991), “The use of Contextual Problems and Multi-Representational Software to Teach the Concept of Functions” adlı çalışmalarında; fonksiyon kavramı öğretiminde teknoloji destekli çoklu temsillerin öğrencilerin başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

### 2.5. Modelleme – Dinamik Modelleme

Model, matematiksel düşünceleri açıklamak ve temsil etmek için kullanılan gösterimlerden oluşan yapılar (kesir kartları, sayma pulları, vs.) ve bu yapıların anlaşılması ve yorumlanmasında sergilenen düşüncelerin bileşiminden oluşan bir sistem olarak kabul edilmektedir. Modelleme ise tam sayı ve kesir kavramlarıyla alakalı sembolik olarak verilen (aritmetiksel ve cebirsel sembol ve simgelerin kullanıldığı yazılımlar) düşünceleri anlaşılır kılmak, öğrencilerin bu düşünceleri anlamlı bir şekilde öğrenmelerini kolaylaştırmak için sayı doğrusu ve kesir kartları gibi farklı temsilleri içeren alternatif sunum şekillerinden müteşekkil yeni sistemlerin oluşturulması süreci olarak değerlendirilmektedir. Bu noktada model ve modelleme kavramlarının iç içe geçmiş yapılar olduğunu ve biri olmadan diğerinden bahsetmenin mümkün olmadığını belirtmek isteriz.

Modelleme, yazılı semboller, gerçek objeler ve zihni imajlar olmak üzere üç bileşenin kombinasyonu olarak tanımlanır (Janvier, Girardon ve Morand, 1993:81).

Temsil ile model arasındaki ilişkiye bakıldığında temsillerle modellerin iç içe geçtiği kanaati hakimdir. Palmer (1978), temsil sisteminin doğasında modelleme işleminin olduğunu ifade etmiş bu nedenle temsil-modelleme ilişkisinin önemi üzerinde durmuştur. Bilişsel modeller insan zihniyle çok daha yakından alakalı olduğu ve direkt olarak gözlemlenemediği için içsel temsiller olarak; kavramsal modeller ise beş duyuyla algılanabilir olduğu için dışsal temsiller olarak görülebilir (Bayazıt, Aksoy ve Kırnap, 2011). Bu açıdan, matematiksel bir düşüncenin teknoloji ortamında oluşturulmuş animasyonu, geometrik kavramların temsili için kullanılan katı cisimler (küp, üçgen prizma, koni, vs.), değişkenler arasındaki ilişkileri izah etmek için kullanılan grafikler, güncel yaşam koşullarını çağrıştıran yapılar ve analojiler gibi sözel betimlemeler ile bunların anlaşılmasında sergilenen düşünce ve yaklaşımlar birer model olarak kabul edilebilir. Bu araştırmada ise, tam sayıları modellemek için daha önce bahsedildiği gibi manipülatif ve gerçekçi temsil grubuna giren sayma pulları, sayı doğrusu, asansör gibi modellerden yararlanılmıştır.

Matematik Eğitiminde bir araç olarak kullanılan modeller, teknolojinin eğitim alanına girmesi ile birlikte model kullanımı ve modelleme etkinlikleri müfredatımıza girmiştir. 2013 yılında değişen Ortaokul Müfredatında “Matematiksel iletişimde soyut sembolik ifadelerin yanı sıra, sözlü anlatımdan, yazılı ve görsel ifadelerden ve gerektiğinde modellerden de yararlanmak büyük önem taşımaktadır.” ifadesi ile Matematik Eğitiminde model kullanımının öneminden bahsedilmiştir. Programda farklı konular için farklı modelleme yolları önerilmektedir. Bu farklı model çeşitlerinden birkaçı kesir modeli, sayma pulu modeli, sayı doğrusu modeli, terazi modeli, denge modeli, kare modelidir.

Model kullanımına bu denli önem verilmesinin sebebi bu araçların matematiksel kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesine katkı sağlayacağı, bilgileri zihinde tutmayı kolaylaştıracağı, motivasyonu artıracağı, öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutum ve davranış geliştirmelerine yardımcı olacağı ve güncel yaşam ile matematik ilişkisini kurmalarına olanak tanıyacağı düşüncesidir (Blum,1993; Zbiek,1998; BlumveFerri,2009; Aktaran: Bayazıt, Aksoy ve Kırnap, 2011).

Beyazıt ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan çalışmada, İlköğretim Matematik öğretmenlerinin model algılarının yanı sıra tam sayılar ve Kesirler konusu özelinde ders kitaplarında verilen modelleri anlama ve bu kavramlarla alakalı düşünceleri izah etmek için model oluşturmadaki yeterlilikleri incelenmektedir. Nitel yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışma 35 matematik öğretmeninin katılımıyla yürütülmüştür. Çalışmada kuramsal çerçeve olarak pedagojik alan bilgisi kavramının yanı sıra matematiksel modelleri konu edinen literatürden yararlanılmıştır. Sonuçlar öğretmenlerin model kullanımın sağlayacağı bilişsel ve duyuşsal katkılar konusunda oldukça pozitif inanç ve düşüncelere sahip olduklarını, ancak model algılarının sayma pulları ve kesir kartları türünden şekil ve şemalara kısıtlanmış olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, öğretmenlerin matematik ders kitaplarında sunulmuş olan modelleri anlama ve sembolik olarak verilen matematiksel durumları izah etmek için uygun modeller oluşturup kullanma konularında ciddi sıkıntılar yaşadıkları görülmüştür.

Bozkurt ve Polat (2011) tarafından yapılan çalışmada tam sayılar konusunun öğretiminde kullanılması önerilen sayma pulları ile modellemenin öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde 16 İlköğretim Matematik öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Öğretmenlerin görüşleri sayma pullarıyla modellemenin kullanım, kolaylık, etkililik ve yeterlilik yönlerinden analizleri yapılmıştır. Bu analizlere göre öğretmenlerin sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenme üzerine etkisi ile ilgili görüşlerinin farklılık gösterdiği ve öğretmenlerin sayma pulları ile bazı işlemleri modellemeye sıcak bakmadıkları tespit edilmiştir. Öğretmenlerin sayma pullarını tam sayılarda toplama ve çıkarma işlemlerini modellemede kullandıkları ancak çarpma ve bölme işlemlerini modellemede zorluk yaşadıkları bu yüzden çok fazla tercih etmedikleri görülmüştür. Öğretmenlerin, sayma pulları ile modellemenin somutlaştırma ve tamamlayıcı bir materyal olarak kullanılabileceğini ancak yeterli bir materyal olmadığını dile getirmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin programda verilen örneklere ve modellere bağlı kaldıkları, alternatif geliştirmeye çalışmadıkları görülmüştür

Yine teknoloji destekli modellerle oluşturulacak temsillerin öğrencilerin matematiksel becerilerinin gelişimine önemli katkıları olacağı konusunda Ortaokul Matematik Programı (2013) teknoloji destekli modelleme ve temsiller için şu şekilde bir öneride bulunmaktadır:

> “Kavramların farklı temsil biçimlerinin ve bunlar arasındaki ilişkilerin görülmesini mümkün kılan ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetmelerine olanak sağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılması konusunda konusu vurgulanmaktadır. Öğrencilerin yapacağı modellerle problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme gibi becerilerinin gelişimine yönelik eğitim ortamlar hazırlanmalıdır.”

Ortaokul Matematik Programında dinamik yazılımların kullanılması konusundaki tavsiyeler göz önüne alındığında yapılacak modellemelerin de dinamik olması öğrenmenin niteliğini artıracaktır. Hareket ettirilebilen nesnelerin olduğu çoklu modellerle öğrenciler zaman kaybı yaşamadan aynı problem üzerinde farklı modellerle çalışabilecektir. Bu modeller vasıtası ile kavramsal öğrenme gerçekleşecektir. Ayrıca yapılacak birden çok dinamik modellemenin öğrenme ortamına sunulması öğrencilerin kavramları öğrenmesinde ve içselleştirmesinde etkili olacaktır.

Araştırmalara bakıldığında dinamik modellemelerin öğrencilerin gerek duyuşsal gerekse de bilişsel becerilerini artırdığı tespit edilmiştir.

Arzarello, Ferrara ve Robutti'nin (2012), "Mathematical Modelling with Technology: The Role of Dynamic Representations" adlı çalışmalarında; farklı ikinci kademe sınıflarında problem çözme etkinliklerinde bazı teknolojilerin kullanımı gösterilmiştir. Geometrik şekiller için model bulma ve bu modeli çeşitli yollarla göstermek amaçlanmıştır. Öğretim etkinliğinin bir parçası olarak; küçük sınıflarda öğrenciler kalem, kağıt, teknolojik araçlar, sensor, calculator, büyük sınıflarda GeoGebra and TI- Nspire kullanılmıştır. Öğrencilerin matematik problemlerini çözerken teknolojinin nasıl dinamik düşünmeyi teşvik ettiğini göstermesi bakımından statik ve dinamik gösterimlere göre daha etkili olduğuna sonuçlarda yer verilmiştir.

Stratford, Krajcik ve Soloway (1998), "Secondary Students' Dynamic Modeling Processes: Analyzing Reasoning About Synthesizing and Testing Models of Stream Ecosystems" adlı çalışmalarında dinamik modellemeyi öğrencilerin öğrenmekte oldukları bilim içeriği hakkında düşünmeleri için bir fırsat olarak incelemektedir. Öğrencilerin dinamik modeller oluştururken uğraştıkları "Modelleme Üzerine Bilişsel Stratejileri" incelenmiştir. Sekiz çift 9. Sınıf fen bilimleri öğrencisi sesli ve görsel şekilde kayıt edilmiş ve bu öğrencilerin konuşmaları ile davranışları analiz edilmiştir. Dinamik modeller oluşturmanın öğrencilerin bilimsel içerik hakkında özellikle de en iyi dinamik modelleme tarafından geliştirilen bağıntısal akıl yürütme, sentez, test ve hata ayıklama ve açıklamalar yapma gibi düşünme stratejileri hakkında düşünmeleri açısından sınıfta kullanılacak müthiş bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

## 2.6. Sorgulayıcı Öğrenme

Bruner'in (1973), Buluşçu Öğretim yaklaşımı, maksimum öğrenci katılımı, çok az öğretmen yardımı anlayışına dayanmaktadır. Bruner'in bu yaklaşımı sonradan, kavramsal keşifler yapmak için sorgulayıcı süreçler yoluyla öğrenme şeklinde geliştirilmiştir. Welch ve arkadaşlarına göre (1981), sorgulayıcı temelli bir sınıfta, 1) yapmak için zaman vardır 2) yansıtmak için zaman vardır 3) hissetmek için zaman vardır 4) değerlendirme için zaman vardır (Aktaran: Ebrahim, 2004).

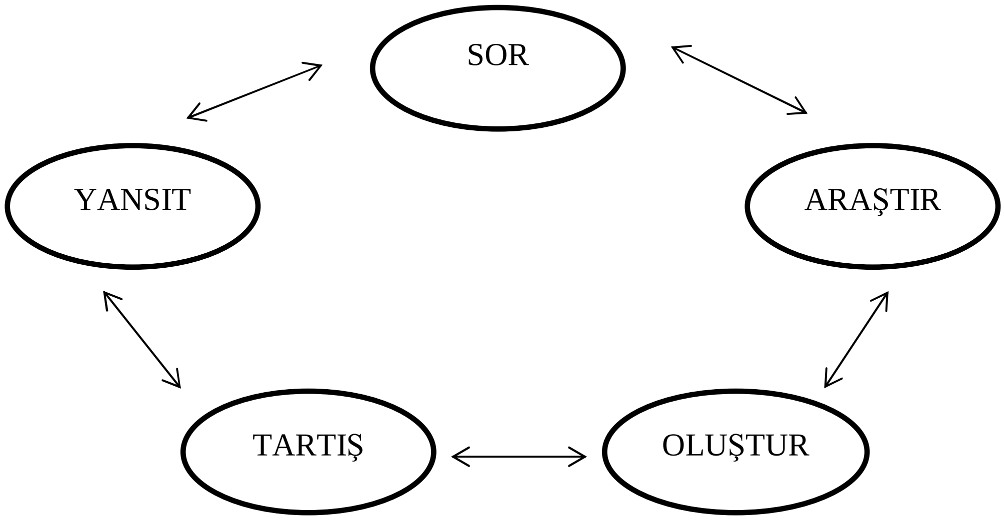
Literatürde bir çok Sorgulayıcı Öğrenme modeli versiyonları mevcuttur. Örneğin, Suchman'ın sorgulayıcı öğrenme modeli, 4E öğrenme döngüsü olarak tanımlanmaktadır (Ebrahim, 2004).

1. Açıklama
2. Genişletme
3. Araştırma
4. Değerlendirme

R. Bybee'nin 5E modeli ve sonra 7E modeli olarak güncellenen modelin aşamaları ise şu şekildedir.

1. Girme
2. Keşfetme
3. Açıklama
4. Derinleştirme
5. İlişkilendirme
6. Fikir Alışverişi
7. Değerlendirme (Ebrahim, 2004).

Bruce ve Bishop (2002)'nin uyarladığı Sorgulayıcı Öğrenme modeli döngüsü aşağıdaki gibidir.




**Şekil 2.6:** Bruce ve Bishop'un (2002) Uyarladığı Sorgulayıcı Öğrenme Modeli

**Sor:** Gerçek yaşam deneyimlerinden yola çıkarak oluşturulan sorular, merak hissi doğurur. Öğretmen tarafından sorulan soru ve sınıf içi paylaşımından sonra fikir oluşma süreci kolaylaşır (Wells, 1992; Ebrahim, 2004).

**Araştır:** Bu aşamada, öğrenci, tanımlanan problemi çözmek için bir araştırma sürecine girer. Öğrenci, bilgileri sentezler ve analiz eder. Gözlem, sistematize etme veya deney gibi bir süreçle soruyla ilgili bilgileri bir araya getirir; verileri toplar.

**Oluştur:** Araştırma sürecinde toplanan verileri, yeni bir bilgi oluşturmak için kullanır.

**Tartış:** Sorgulayıcı Öğrenme sürecinin en önemli adımlarından biri de tartışmadır. Öğrenciler, yeni fikirlerini problem ve çözümlere farklı bakış açısı kazanmak için aralarında paylaşırlar. Gerçek sınıf tartışmaları, ilişki odaklı (Newman ve Wehlage, 1993) yani dialoga dayalı ve etkileşimli olmalıdır (Nystrand, 1997; Ebrahim; 2004).

**Yansıt:** Öğrenci, öğrenme sürecine geri dönerek: "Bunlar yardımcı mıydı?" "Ne oldu, eğlenceli mi yoksa faydasız bir deneyim miydi?" "Çözüm bulundu mu?" "Sonraki araştırmamda ihtiyaç duyar mıyım?" gibi sorular sorar (Brown, 1994). Bu aşama, aynı zamanda öğretmene, ileriki öğrenmede oluşturulacak kazanımları belirlemede yardımcı olur (Wells, 1992; Ebrahim, 2004).

Veri toplama ve problem tanımlama, Sorgulayıcı Öğrenmenin kilit bileşenleridir; çünkü bu iki bileşen, 21. yüzyıl kritik becerisi olan karmaşıklığı açıklamayı içerir.

Sorgulayıcı Öğrenmenin iki çeşidi vardır.1)Yönlendirilmemiş veya Açık Uçlu 2) Yönlendirilmiş veya Kılavuzlanmış.

1) Öğrenciler aşamaları kendi çabalarıyla tamamlarlar. Ayrıca, Kılavuzlanmış Sorgulayıcı Öğrenmeden farklı olarak öğretme müdahalesi yoktur.

2) Öğretmen, öğrencilere yeni keşiflere ortam hazırlayacak olan soruları ortaya çıkararak yardımcı olmaktadır.

Kılavuzlanmış buluş (Bruner, 1961) olarak bilinen Kılavuzlanmış Sorgulayıcı Öğrenmede öğretmen, yorum yapmaktan sakınır; öğrencilerin problem çözme süreçlerine rehberlik eder.

Müfredatta okuma ve yazma becerilerinin sorgulayıcı öğrenmenin tanımladığı iletişim, tartışma, gözlem gibi öğrenme aktiviteleriyle aynı derecede önemli olduğuna işaret eder (Bruce ve Davidson, 1996).

Sorgulayıcı Öğrenme, bireyin kendi zihni sürecini yansıtan aktif bir bilişsel süreçtir (NRC, 1996; Mandinach ve Cline, 1994; Flick ve Lederman, 2004).

“The Effects of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Students’ Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science.” isimli çalışmanın amacı, iki öğretim metodunun geleneksel öğretim ve Sorgulayıcı Öğrenme yaklaşımının (4E) öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumları üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Araştırmanın örneklemini 111 4. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. 4 haftalık deneysel çalışma sürecinde; deney grubu (N=56), Sorgulayıcı Öğrenme yaklaşımıyla (4E) kontrol grubu (N=55) geleneksel yaklaşımla ders işlemişlerdir. Veri toplama aracı olarak; öğrencilerin başarılarını değerlendirmek için “Başarı Testi” ve öğrencilerin tutumlarını değerlendirmek için “Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Öğrencinin ön test- son test başarı ve tutum ölçekleri analiz edildiğinde

Sorgulayıcı Öğrenme yaklaşımı (4E), 4. Sınıf öğrencilerinin başarı ve tutumlarını büyük ölçüde arttırdığını göstermektedir. Bu bulgular ışığında, deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunduğundan bu metod tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte bulgular, Sorgulayıcı Öğrenme metodunun ilkokullarda uygulanmasını ve önerilmesini desteklemektedir.

Model;

● Bilgiyi keşfetme ve oluşturma sürecine

● Anlamlı ve kalıcı öğrenme sürecine

● Problem çözme sürecine ilişkin yeni bir vizyon ve sistematik geliştirmiştir. Model sahip olduğu sistematik yapı sayesinde keşfetmeye dayalı (heuristik) bir modeldir. Aynı zamanda öğrenme ve problem çözme sürecini bütüncül (holistik) bir yaklaşımla ele almaktadır. Bu durumda model hem heuristik hem de holistik bir modeldir (Ardahan, 2011b).

SÖ, bir öğrenme süreç tasarım modelidir. SÖ, akılcı ve bilgi keşfi sağlayan bir süreçtir Bilgi keşfi, derse etkin katılım, motivasyon, dikkat çekme bileşenlerinin her biri birbiriyle ilişkili olduğundan sürecin bir çok etkisi olacağı düşünülmektedir. Psikolojik ortam sağlandığında, aktif öğrenme ortamı da sağlayacağı düşünülmektedir.


**Şekil 2.7:** Sorgulayıcı Öğrenme Modeli

Kaynak: Ardahan, 2011b.

Öğrenme sürecini ve ders etkinliklerini SÖ modelini ve Dinamik Modellemeyi esas alarak tasarlamak, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmasını ve bilgiyi keşfetmelerini amaçlayan bir ortam sağlayarak öğrencilere cesaret vermektedir. Fiziksel ortamlar, teknoloji ve multimedya öğrenme kalitesini yükseltmektedir (Ardahan ve Coşkun, 2012).

Güneş ve Asan (2005), "Oluşturmacı Yaklaşıma Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamının Matematik Başarısına Etkisi" adlı çalışmalarında oluşturmacı yaklaşımın ve oluşturmacı yaklaşıma uygun bir ortamın 5. Sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisi araştırılmıştır. Bunun için Trabzon ili Mimar Sinan İlköğretim Okulu 5. Sınıf öğrencileri A ve C şubelerine kontrollü ön test son test araştırma deseni uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda ise her ne kadar akademik başarıda kontrol ve deney grupları arasında farklılık bulunmamış olsa da 21. yüzyılın gerektirdiği öğrenci profilleri göz önünde bulundurulduğunda oluşturmacı yaklaşımın daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bunun sebebi olarak ise yapılan gözlemlerde, deney grubunun kontrol grubuna oranla daha çok ilgi ve zihinsel çaba gösterdikleri, araştırma yapma ve gerçekleri sorgulama, birbirleriyle etkileşimde bulunma, görüş paylaşımı ve işbirliği yapmada daha etkin oldukları gözlemlenmiş ve deney grubu öğrencileri kendi bilgilerini birbirleriyle etkileşimde bulunarak ve araştırma yaparak kendileri oluşturmaları söylenmiştir. Önerilerden biri de çalışma yapraklarının kullanımı öğrencilerin kendilerine güveni sağlayacağından okullardaki öğretmenlerin çalışma yaprakları ile daha çok çalışmaları olmuştur.

Aydın (2003), "Bilgi Toplumu Oluşumunda Bireylerin Yetiştirilmesi ve Matematik Öğretimi" adlı makalesinde bilgi toplumu olmanın bir gereği de eğitim kurumlarında etkin ve verimli matematik öğrenimi ortamı oluşturmak olduğunu vurgulamış ve bunun için toplumun geleceği için elinden geleni yapmaya çalışan insanların çabası boşa çıkarılmamalı ve desteklenmeli önerisinde bulunmuştur.

### 2.7. Tam sayı Öğretimi

#### 2.7.1. Tam sayı Kavramının Tarihsel Gelişimi

Negatif tam sayıların tarihsel gelişimi çok yavaştır. Negatif tam sayılar ile ilgili genel kanı, pozitif sayı sistemleriyle çözülemeyen denklemleri çözmek için geliştirildiğidir. Bulgular, Yunan, Çinli ve Hintli matematikçiler, negatif sayıların bu amaç için kullanmışlar ancak bu sayıların denklem sistemlerini açıklamaktan başka bir meşruiyetinin olduğunu kabul etmemişlerdir (Carson ve Day, 1995;Crowley ve Dunn, 1985;Janvier, 1985; Mukopadhyay, Resnick, ve Schauble, 1990;Bolyard, 2005).

15.ve 16. yüzyılda negatif tam sayıların çalışma prensipleri dökümanlarda yerini almaya başlamıştır. 16. yüzyılda İtalyan matematikçi Girolama Cardano'nun Ars Magna isimli çalışması bunlardan biridir (Crowley ve Dunn, 1985; Aktaran:Bolyard, 2005). 16. yüzyılda, meşruiyeti sorgulanan tam sayılar Alman dökümanlarda pozitif ve negatif işaretleriyle birlikte görülmeye başlandı (Carson ve Day, 1995;Bolyard, 2005).

17. yüzyılda Descartes'in çalışmasıyla negatif sayıların ayrı bir sayı sistemi ile açıklaması ve ayrı bir sayı doğrusunda göstermesiyle sayıların kabul edilebilirlik süreci başlamış oldu (Janvier, 1985;Bolyard, 2005). 18. yüzyıl itibariyle matematikçiler tarafından negatif sayılarla ilgili özellik ve kurallara ilişkin genel kabuller yapılmaya başlandı (Crowley ve  Dunn, 1985;Bolyard, 2005). 19. yüzyılda bu genel kabuller, tam sayıların sayı sistemindeki yerlerini tanımlayan aksiyom ve postulatlar olarak oluşmaya başladı (Hativa ve Cohen, 1995;Bolyard, 2005).

#### 2.7.2. Tam sayı Öğretiminde Modeller

Tam sayı öğretiminde matematikçi ve matematik eğitimcileri, bir çok model önermiş ve kullanmışlardır. Günümüze kadar, pul, asansör, termometre, sıcak hava balonu, deniz seviyesi modeli, yönlü nesneler, borç alacak modelleri gibi modeller önerilmiştir (Crowley ve Dunn, 1985; Liebeck, 1990; Hativa ve Cohen, 1995; Mayer et al., 1995; English, 1997; Moreno ve Mayer, 1999; Aktaran:Bolyard, 2005). Bu modeller nicelik modeller ve yönlü modeller olarak literatüre kazandırılmıştır.

Nicelik modeller, kırmızı siyah pul, borç alacak gibi modelleri; yönlü modeller ise sayı doğrusu, asansör, termometre, deniz seviyesi modeli gibi modelleri ihtiva etmektedir.

Moreno ve Mayer (1999), sayı doğrusu modelinin çocukların matematik öğrenirken kavramsal yapı oluşturmada son derece önemli olduğuna işaret eder. Lakoff ve Nunez (1997), sayı doğrusunu matematik anlamada temel metafor olarak nitelendirir. Ancak sayı doğrusu modelinin önemiyle beraber tam sayı öğretimindeki en güçlü eleştiri çıkarma işlemini açıklamada yetersiz olduğudur. Bununla ilgili olarak, Liebeck (1990), sayı doğrusu modelini, sadece negatif sonuç veren, negatif sayıdan pozitif sayının ya da pozitif sayıdan daha büyük bir sayının çıkarılmasını açıklamakta yeterli görür. Yani açıklayıcı olması bakımından örnek vermek gerekirse; -3-(+5) veya 3- (+5) işlemlerini sayı doğrusunda açıklamanın makul olduğu ortaya çıkar. Ancak, 3-(-5) ya da -3-(-5) gibi işlemleri açıklamada yetersiz olduğu anlaşılır. Bu modelin kullanımında en faydalı yöntem hareketli bir nesne (tavşan, kaplumbağa vb.) tanımlayarak ileri geri hareket ettirmektir (Carson ve Day, 1995:p.14; Aktaran: Bolyard, 2005).

Bir çok araştırmacı, sayı hissini ve aritmetiği anlamayı geliştirmek için sayı doğrusu modelinin kullanılmasının kaçınılmaz olduğunu vurgulamıştır (Hebert ve Carpenter, 1992, Lakoff ve Nunez, 1997; Aktaran: Bolyard, 2005). Buna rağmen, matematik eğitimcileri, bu modelin, tam sayılarla işlemleri modellemede uygunluğunu sorgulamışlardır (Battista,1983; Liebeck, 1990; Aktaran: Bolyard, 2005). Bu araştırmacılar, çıkarma işleminde sayı doğrusu modelinin kullanımını tartışmalı bulmuştur.

Tam sayı öğretiminde, “Eşitlik ya da nicelik modeli” ise işaretli nicelik fikri üzerine temellenir yani –n’nin 0 (sıfır) dan daha az olduğunu gösteren bir modeldir (Goldin ve Shteingold, 2001; Aktaran: Bolyard, 2005). Bu modelde tam sayılar zıt kavramlarla; (olumlu-olumsuz, proton-elektron veya borç-alacak gibi) açıklanarak gösterilir. Bu modelde toplama işlemi, nicelikleri bir araya getirerek (sıfıra eşit olan zıt iki niceliği); çıkarma işlemi ise nicelikleri çıkarmak ya da zıddını eklemek şeklinde ifade edilir. Battista (1983), çıkarma işlemini bu modelde pozitif sayılarda olduğu gibi ortadan kaldırmak uzaklaştırmak fikriyle tanımlar (Aktaran:Bolyard, 2005).

Lytle (1992), pozitif ve negatif tam sayıları temsil eden sarı ve yeşil pulların kullanıldığı nicelik modelinin öğrenmeye etkisi üzerine araştırma yapmıştır. Modeli kullanma ve genel bir tam sayı kavramının anlaşılması ile ilgili zorluk yaşamadıklarını ortaya çıkarmıştır. Ancak, araştırmada çıkarma işleminde sembolik ifade etmede sorun yaşandığı belirtilmiştir (Aktaran: Bolyard, 2005).

Sherzer (1973), tam sayı öğretiminde sayı doğrusu ve nicelik modelinin farklılıklarını karşılaştırmıştır. 30 kişiden oluşan iki adet 6. sınıfta deneysel çalışma yapılmıştır. Zıtlık- nicelik modeli grubunun önemli derecede başarı gösterdiği görülmüştür (Aktaran: Bolyard, 2005).

Liebeck de (1990), sayı doğrusu ve nicelik modelini karşılaştırdığı bir araştırmada benzer sonuçları ortaya çıkarmıştır. Deney ve kontrol grubunun olduğu çalışmada araştırmacı tarafından "Scores- Forfeits" olarak adlandırılan oyunda deney grubu öğrencilere beş adet kırmızı beş adet siyah sayma pulu verilmiştir. Örneğin, 3- -1 işlemini çözebilmek için 0 (sıfır) çiftine ihtiyaç olduğu gerçeğinin farkına varılmıştır. Pullarla işlem yapmaları sağlandıktan sonra değerlendirmede öğrenciler, 160 matematik cümlenin 155'ini doğru çözmüştür. Son testte, "Scores- Forfeits" grubu yani nicelik modeliyle ders işlenen grup verilen 10 sorunun 6'sını; sayı doğrusu modeli grubu ise 2'sini doğru yapmıştır. Çıkarma işleminde sayı doğrusu modeli grubunun nicelik modeli grubuna göre önemli derecede zorluk yaşadığı sonucuna varılmıştır. Bununla ilgili olarak, Sherzer (1973), kavram gelişimi ve beceri kazanmada zıtlık- nicelik modelinin daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır (Aktaran: Bolyard, 2005).

Işıksal Bostan (2010), "Negatif Sayılara İlişkin Zorluklar, Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Giderilmesine Yönelik Öneriler" adlı çalışmasında negatif sayıların öğreniminde ve öğretiminde karşılaşılan güçlüklere, bu güçlüklere bağlı kavram yanılgılarına ve bu güçlüklerle kavram yanılgılarının nasıl giderilebileceğine dair literatürden öneriler verilmesi amaçlanmış olup, konu ile ilgili olarak öğrencilerin farklı öğrenme stillerine sahip olabileceği göz önünde bulundurularak konunun farklı temsillerle sunumunun birçok öğrenciye ulaşmada ve konunun kavratılmasın da etkili olduğu belirtilmiştir. Öğretmenin gerek günlük problemleri, gerek manipulatifler gerekse yazılı semboller yardımı ile kavratacağı konuları iyi bilmesi, bu temsiller arası geçişte rehber olması gerektiğine yer verilmiştir.

Negatif sayılara ilişkin yaşanan en büyük zorlukların başında hiç kuşkusuz bu sayıların anlamlandırılamaması ve kavratılamaması gelmektedir. Öğrenciler her ne kadar negatif sayıları sayı doğrusuna yerleştirmede tahmin edildiği gibi büyük bir sorun yaşamasalar da negatif sayıların büyüklüklerini karşılaştırmada güçlük çekmektedir. Fiscbein (1987), bu zorlukların ana kaynağını aritmetik öğretim sırasında sayılara ilişkin "büyüklük" ve "miktar" kavramlarının kullanımının negatif sayılardaki kullanımı ile çatışması olarak belirtir (Aktaran: Işıksal, Bostan, 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010: 159). Diğer bir deyişle, bugüne kadar sürekli pozitif sayılarla işlem yapmaya alışık olan öğrenciler, bu sayılara ilişkin özellikleri negatif sayılara da genelleme girişimi içindedirler (Aktaran:Işıksal, Bostan, M., 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010: 159).

Negatif sayılarda toplama ve çıkarma işlemlerine ilişkin zorluklarla ilgili olarak; negatif sayılarla işlem yaparken hiç şüphesiz karşılaşılan en büyük sorun, daha önce sadece toplama ve çıkarma işlemlerini temsil eden "+" ve "-" sembollerinin kullanımıdır. Örneğin, (+3)+(-7) işleminde toplama ve çıkarma işlemlerinin yan yana kullanılması ve bir işlemde aynı sembole birden çok yer verilmesi (+ sembolü iki kez kullanılmış)öğrencilerin bu işlemleri anlamalarını ve kavramalarını zorlaştırmaktadır (Van de Walle, 2007; Aktaran: Işıksal, Bostan, 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010:160). Janvier (1983), negatif sayılarda çıkarma işleminin öğrencilerin zorluk çektiği konuların başında geldiği görüşünü savunmuştur (Aktaran: Işıksal, Bostan, 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010: 160).

Bu görüşe paralel olarak, Altun (2008), iki tane pozitif tam sayı ile işlem yapmanın öğrenciler için zor olmadığını ancak negatif sayıların tanımlanması ile iki negatif sayı veya bir negatif ve bir pozitif sayı ile işlem yapmanın öğrencileri için yeni ve kavratılması zor bir konu olduğunu vurgulamıştır (Aktaran: Işıksal, Bostan, 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010: 160). Negatif sayıların formülize edilmesi, beraberinde bazı zorlukları getirmiştir.

En yaygın sorun, negatif işaretin çifte amaçla kullanılmasıyla ilgilidir. 18. yüzyılın başlarında bazı matematikçiler, çift negatif işaret kullanılmasının problemli olduğunu ve öğrenme zorluğu doğurduğunu göstermiştir (Carson ve Day, 1995; Aktaran:Bolyard, 2005).

Bu doğrultuda**,** Hativa ve Cohen (1995), öğrencilerin yaşadığı zorluların üç temel kaynağı olarak; 1) - işaretinin hem işlem hem de yönü temsil etmek için kullanılması. 2) sayının “nicelik” olarak aritmetik temelli anlamı ile sayının hem “nicelik” hem de “yön” anlamı arasındaki kavram kargaşası. 3) Negatif sayı sisteminin özelliklerini açıklayacak yeterli pratik bir modelin eksikliğinden bahsetmektedir (Aktaran: Bolyard, 2005).

Örneğin, öğrenciler, 3+5=8 eşitliğindeki gibi akıl yürüterek (-3)+(-5)=-8 toplama işlemini kolaylıkla yapabilmektedir. Ancak, 10+(-7) toplama işlemini 10+7-7 ve 5-(-8) toplama işlemini, 5-8 olarak görmektedir (Murray, 1985; Aktaran: Bolyard, 2005).

Peled, Mukhopadhyay ve Resnick de (1989) bu sonuçlara benzer sonuçlara işaret etmiştir. Negatif sayı kavram bilgisine sahip olmayan 5. sınıf öğrencileri de 5-7 işlemini 7-5 olarak; -5+8 işlemini 5+8 olarak yeniden yazarak yapmaya çalışmışlardır (Aktaran: Bolyard, 2005).

Hiç şüphesiz öğrencilerde oluşan bu kavram yanılgılarının giderilmesinde en önemli faktörlerden biri de öğretmen ve öğretmen adaylarının konu alan ve pedagojik alan bilgileridir.

Öğrencilerin konuyu anlaması öğretmenin gerekli kural ve bilgileri vermesinden ibaret değildir. Alan bilgisi kuvvetli olan öğretmenler derslerinde yüzeysel bilgi ve kurallar yerine detaylara iner, konuyu diğer konularla ilişkilendirir ve kitaba bağlı olarak ders işlemezler.

Diğer yandan ise, alan bilgisi zayıf olan öğretmenlerin genellikle matematiksel doğruları ve gerçekleri mantıksal açıklamalar yapmadan bulunmuş kurallar şeklinde sunmayı ve ders planlarına bağlı olarak ders anlatmayı tercih ettikleri saptanmıştır (NCTM, 2000; Aktaran: Işıksal, Bostan, 2010; Ed: Bingölbali ve Özmantar, 2010: 164).

Bu doğrultuda, tam sayılarla ilgili işlemlerde direkt kural vererek öğretmekten ziyade modellemeler yoluyla öğrencinin zihninde kendi şemasını oluşturmak suretiyle anlamlandırmasına ve kendi kuralını bulmasına fırsat verilmelidir.

Matematik, bir sürü önek çözmek veya öğretmenin açıkladığı yöntemleri taklit etmekten daha öte bir şeydir. Matematik yapmak problem çözme için yöntem geliştirme, bu yöntemleri uygulama, bunların bir sonuca götürüp götürmediğini görme ve verdiğiniz cevapların anlamlı olup olmadığını kontrol etme anlamına gelmektedir. Sınıflarda “matematik yapmak” gerçek dünyada matematik yapma işini mümkün olduğunca aslına uygun şekilde modelleyebilmektir (Van de Walle, 2012: 13).

Geleneksel öğretime bir meydan okuma olarak ortaya çıkmış olan RME (Realistik Matematik Eğitimi) yaklaşımına göre, matematik öğretimi gerçek hayat problemleri ile başlamalıdır ve matematik yapma gereksinimi öğretimin ana ilkesi olmalıdır (Gravemeijer vd, 1990; Aktaran: Altun, 2006).

Gerçek anlamada matematik yapmayı tarif eden literatürdeki birçok kaynakta aşağıdaki fiillerin bir koleksiyonu bulunabilir ve bunların hepsi ayrıca PSSM’de (Principles and Standards for School Mathematics) kullanılmaktadır (NCTM,2000).

| | | | |
|---|---|---|---|
| inceleme | gerekçelendirme | yapılandırma | geliştirme |
| araştırma | temsil etme | doğrulama | tarif etme |
| varsayım | formülleştirme | açıklama | kullanma |
| çözme | keşfetme | tahmin | etme |

Bu fiiller üst düzey düşünmeyi gerektirir ve “anlamlandırma” ve “çözümleme” içerir (Van de Walle, 2012: 479).

Neredeyse her gün öğrenciler negatif sayılarla etkileşim halindedirler ya da negatif sayılarla modellenebilecek bir olguyu tecrübe ederler; aşağıdaki listede buna örnekler verilmiştir:

#### 2.7.2.1. Nicelik İçeren Bağlamlar

Golf Puanları: Golf oyununda kazanılan puan, oyun oynanan saha için belirlenen vuruş sayısı ile ilişkili olarak verilir. Eğer saha için belirlenen vuruş sayısı 70 ise günü 67 vuruş ile tamamlayan golf oyuncusunun -3 puanı olur.

Para: Eğer alacaklar borçlardan daha fazla ise hesap pozitifte ya da cebi sağlamdadır. Eğer alacaklardan daha fazla borç varsa o zaman hesap borçlu olup negatif para değeri gösterir ya da zarar etmektedir.

Futbol: Bir futbol karşılaşmasında her bir oyun için verilen istatistik kazanılan ve kaybedilen yardlardır (Van de Walle, 2012: 481).

#### 2.7.2.2. Doğrusal Bağlamlar

Negatif sayılar için gerçek bağlamların birçoğu doğrusaldır. Ayrıca, öğrencilerin doğal sayılar ve kesirlerle daha önceden yapmış oldukları işlemlerle yakından ilişkili olduğundan, sayı doğrusu işlemleri öğrenmek için iyi bir araç sağlar.

Sıcaklık: Sıcaklığı ölçen “sayı doğrusu” düşeydir. Öğrenciler için iyi bir başlangıç etkinliği termometredeki çeşitli sıcaklıkların nerede olduğunun bulunmasıdır.

Yükseklik (deniz seviyesinin üstünde altında): Deniz seviyesinin altındaki yerlerin yükseklikleri negatiftir. Örneğin, Ölüdeniz şehri -1371 fit yüksekliğe ve Amerika’nın California eyaletinde Ölüvadi’de bulunan Badwater -282 fit yüksekliğe sahiptir. Yükseklik için pozitif değerlere bir örnek 20, 322 fit yüksekliğe sahip McKinley Dağı verilebilir.

Zaman Çizelgesi: Öğrencilerden tarihsel olayları zaman çizelgesi üzerine yerleştirmelerini istemek disiplinler arası bir fırsattır (Van de Walle, 2012: 481).

Van de Walle’nin (2012), “Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally” adlı kitabında adı geçen modeller açıklanmaktadır.

Bu çalışmada, tam sayı kavram ve işlemleri; nicelik içeren bağlamlar olarak; zıtlık modeli, sayma pulu modeli, doğrusal bağlamlar olarak; termometre modeli, asansör modeli, sayı doğrusu modeli, deniz seviyesi modeli ile açıklanmaktadır.

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

# YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ortaya konmaktadır. Bu amaçla öncelikle araştırmanın modeli ve çalışmanın gerçekleştirildiği grup hakkında bilgi verilmektedir. Ardından veri toplama araçları, veri toplama ve veri analizi süreçlerine yer verilmektedir.

## 3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada hem nicel hem de nitel yöntemler bir arada kullanılacağından karma bir yöntem benimsenmiştir.

Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin, temsiller arası geçiş becerilerini, model tercihlerini derinlemesine incelemek, ayrıca öğrencilerin Sorgulayıcı Öğrenme süreci aşamalarındaki yeterliliklerini incelemek amacıyla nitel araştırma deseni olarak durum çalışması esas alınmıştır.

Durum çalışmaları, bir olayın ayrıntıları tanımlamak, olaya ilişkin açıklamaları geliştirmek ve değerlendirmek amacıyla yapılabilir. Bu yöntem, araştırmacıya bir grubu, olayları ve ilişkileri derinlemesine inceleme ve yorumlama imkânı veren, edinilen bulgularla benzer durumlar üzerinde tahminlerden ziyâde genellemeler yapma fırsatı veren bir nitel araştırma yöntemidir (Cohen, Manion ve Morrison, 2007).

Genel olarak dört tür durum çalışması deseninden söz edilebilir: 1. Bütüncül tek durum deseni 2. İç içe geçmiş tek durum deseni 3. Bütüncül çoklu durum deseni 4. İç içe geçmiş çoklu durum deseni.

Tek bir durum içinde çoğu kez birden fazla alt tabaka veya birim olabilir. Bu durumda; iç içe geçmiş tek durum deseninde, birden fazla analiz birimi söz konusu olacaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Araştırmada, 6. Sınıf düzeyinde Tam sayılar alt öğrenme alanının tek bir durum olduğu; DÇM, çoklu temsiller ve SÖ modelinin birden fazla alt birim olduğu göz önünde bulundurularak iç içe geçmiş tek durum deseni benimsenmiştir.

Ayrıca, durum çalışmasının yanı sıra Ortaokul 6. Sınıf öğrencilerinin Tam sayı konusu ile ilgili başarılarını karşılaştırmak için nicel verilerin elde edilmesinde kontrol gruplu öntest -sontest deneysel desen benimsenmiştir. Bu desen denkleştirilmiş gruplardaki katılımcıları içeren geleneksel ve klasik bir desendir. Her iki gruba da öntest ve sontest uygulanır, fakat deneysel işlem sadece deney grubuna (Grup A) uygulanır (Creswell, 2014; Ed: Demir, 2014:173).

Nicel ölçümler, ön test ve son test uygulamasında kullanılan aynı ölçme aracı, “Başarı Testi” ile gerçekleştirilmiştir. Desende iki gruba ait ön test ve son test değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığı Başarı Testi ile test edilmiştir. Bu desene göre bağımlı değişkenin gruplar üzerindeki etkisi ön ve son ölçümlerle karşılaştırılmıştır.

Grup A R--------------O--------------X--------------O

Grup B R--------------O--------------O

**Şekil 3.1:** Deneysel Desenin Şematik Gösterimi

Kaynak: Research Design:173

### 3.1.1. Ortaokul 5-8 Matematik Müfredatı’nda (2013) Yer Alan 6. Sınıf Tam Sayılar Alt Öğrenme Alanına Ait Kazanımlar

6.1.3. Tam Sayılar

Terimler: Tam sayı, mutlak değer, negatif tam sayı, pozitif tam sayı

Semboller: |a|

6.1.3.1. Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.

● Tam sayılara olan ihtiyacın fark edilmesine yönelik çalışmalara yer verilir. Pozitif ve negatif tam sayıların zıt yön ve değerleri ifade etmede kullanıldığı vurgulanır (Örneğin, asansörde katların belirtilmesi, sıfırın altında ve üstünde hava sıcaklıkları vb.).

6.1.3.2. Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.

● Mutlak değerin sayı doğrusunda ve gerçek yaşamda (asansör, termometre, banka hesabı vb.) ne anlama geldiği üzerinde durulur.

6.1.3.3. Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.

● Karşılaştırma yaparken büyük sayının küçük sayıya kıyasla sayı doğrusunun daha sağında olduğu vurgulanır. Tam sayıları karşılaştırma ve sıralamayla ilgili gerçek yaşam durumlarını içeren çalışmalara yer verilir.

6.1.3.4. Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar; ilgili problemleri çözer.

● Tam sayıların kullanıldığı asansör, termometre gibi araçlar yatay ve dikey sayı doğrusuyla ilişkilendirilerek toplama ve çıkarma işlemlerine yer verilir.

6.1.3.5. Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi ile toplamak anlamına geldiğini kavrar.

● $a–b = a+(–b)$ olduğu sayma pulu gibi modeller aracılığıyla incelenir. Toplamları 0 olan ters işaretli tam sayılar ile işlemlere yer verilir.

6.1.3.6. Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır.

● Örneğin, $5+7+(–5)=$ ? toplamında sırasıyla değişme, birleşme, ters eleman ve etkisiz eleman özellikleri kullanılarak işlem şu şekilde yapılır:

$5+7+(–5) = 5+((–5)+7) = (5+(–5))+7=0+7$

● Burada işlem özelliklerinin adı verilmeden öğrenci tarafından bilinmesi sağlanır.

● Toplama işleminin değişme, birleşme, ters eleman ve etkisiz eleman özellikleri ele alınır.

Aşağıdaki tabloda “Tam sayılar” alt öğrenme alanının müfredattaki yerine ilişkin bilgi verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Tam sayılar Alt Öğrenme Alanına Ait Kazanımların Müfredattaki Yeri

| Ünite | Kazanım | Süre | Yüzde |
|---|---|---|---|
| 4. | 6 | 16 | 9 |

Üzerinde çalışılan Tam sayılar konusu, müfredatta 4. ünite altında 6 kazanıma sahiptir. Müfredatın yaklaşık %9’unu oluşturan Tam sayılar alt öğrenme alanına, toplam 180 ders saati içinde 16 saat tahsis edilmiştir.

### 3.1.2. İşlemsel Süreç

Deney grubuna uygulanan materyal, dört uzman görüşü alınarak araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Materyalin tasarımı, ilgili literatür dikkate alınarak Lesh’in (1987) LMRTM modelindeki manipulatifler, diyagram resimleri, konuşma sembolleri, yazılı semboller, gerçek yaşam simülasyonları gibi temsillerle hazırlanmıştır. Ayrıca materyaldeki her bir konu, Janvier’in (1987) Yıldız Benzeşimi Modeli’ndeki nesne, sözel açıklama ve formülleştirme temsilleriyle açıklanabilmektedir. Tam sayı konusunda kullanılan ve literatürde geçen eşitlik-nicelik modellerine ve yönlü modellere yer verilmiştir. Öte yandan bu modellerin de (zıtlık, sayma pulu, termometre, asansör, deniz seviyesi, sayı doğrusu, vb.) çoklu ve dinamik olması söz konusudur.

Tasarlanan modellerin ve temsillerin teknoloji yardımıyla dinamikleştirme aşamasında teknik bir destek alınmıştır. Tasarım, html5, javascript, css3 kullanılarak kodlanmıştır. Materyalin kâğıt ve bilgisayar üstünde tasarımı toplam 7 ay sürmüştür.

Ayrıca uygulama sürecinde 3. kazanımdan (Tam sayılarla karşılaştırma ve sıralama yapar.) itibaren kullanılacak olan çalışma yaprakları yine uzman görüşü alınarak SÖ modeline göre tasarlanmıştır. İlk iki kazanım (1. Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir. 2. Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.) bilgi düzeyinde olup bu iki kazanımın SÖ aşamalarına uyarlanması söz konusu değildir. Bu çalışma yaprakları, uygulama sürecinde materyale destek olarak bir ek materyal ve bir veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ayrıca, tasarlanan dinamik materyal, çalışma yaprakları kullanılmaksızın bağımsız olarak da çalışmaktadır. Araştırmacı, SÖ modeliyle materyali bütünleştirerek uygulama yapmıştır.

### 3.1.3. Deneysel Süreç

Araştırmanın uygulama süreci aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

**Tablo 3.2**: Uygulama Takvimi

| Tarih | Kazanım | Kullanılan Materyaller | Süre |
|---|---|---|---|
| ŞUBAT 4. HAFTA (22.02 – 26.02) | - | Başarı Testi Ön- Test (Deney ve Kontrol Grubu) | 2 x 40 dk |
| MART 1.HAFTA (29.02 – 04.03) | 6.1.3.1 6.1.3.2 | DÇM Materyal | 5 sa |
| MART 2.HAFTA (07.03 – 11.03) | 6.1.3.3 6.1.3.4 | DÇM Materyal Çalışma Yaprakları | 5 sa |
| MART 3. HAFTA (14.03 – 18.03) | 6.1.3.5 6.1.3.6 | DÇM Materyal Çalışma Yaprakları | 5 sa |
| MART 5. HAFTA (28.03 – 01.04) | | Başarı Testi Son- Test (Deney ve Kontrol Grubu) | 2 x 40 dk |
| NİSAN 1. HAFTA (04.04 – 08.04) | - | Kontrol Grubu Öğrencileriyle (3 öğrenci) Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar | 3 x 60 dk |
| NİSAN 2. HAFTA (11.04 – 15.04) | - | Deney Grubu Öğrencileriyle (3 öğrenci) Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar | 3 x 60 dk |

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubuna eş zamanlı olarak ön test uygulanmıştır. Tam sayılar konusunun anlatımına MEB Ortaokul Matematik Müfredatında, 29.02.2016 ile 18.03.2016 tarihleri arasında 16 saat verilmiştir. Dolayısıyla müfredatta belirtilen tarih ve sürede uygulama yapılmıştır. Uygulama, okulun BT (Bilişim ve Teknoloji) sınıfında yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubu eş zamanlı olarak Tam sayılar konusunu işlemişlerdir. Tam sayılar konusu bittikten sonra yine eş zamanlı olarak her iki gruba son test uygulanmıştır. Uygulanan son testten elde edilen verilere göre her iki gruptan da düşük, orta ve yüksek düzeydeki öğrenciler belirlenmiştir. Maksimum 60 puan olan Başarı Testi'nden (son test) alt gruptan düşük puan, üst gruptan yüksek puan ve orta seviyeden ortalama puan alan 3'ü kontrol grubundan, 3'ü deney grubundan olmak üzere toplam 6 kişiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden izin alınmak suretiyle görüşmeler, ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Ö1, Ö2, Ö3 sırasıyla kontrol grubundaki yüksek, orta ve düşük seviyeli; Ö4, Ö5, Ö6 sırasıyla düşük, orta ve yüksek seviyeli öğrenciler olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında rastgele seçilmiş orta sosyo-ekonomik düzeydeki bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim gören 54 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın deney ve kontrol grubu; muadil olması bakımından, 2014-2015 eğitim- öğretim yılındaki Matematik dersi başarı puanlarının aynı ya da yakın olması göz önünde bulundurularak seçilmiştir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın deneysel uygulama sürecinde; Tam sayılar konusu ile ilgili olarak araştırmacı tarafından tasarlanan orijinal dinamik çoklu modeller kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından tasarlanan orijinal materyal; html5, javascript, css3 kullanılarak kodlanmıştır.

Araştırmada, öğrenci başarısını belirlemek amacıyla uygulama öncesinde ve sonrasında, dört uzman tarafından görüş alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0, 85 olarak elde edilen Başarı Testi uygulanmıştır.

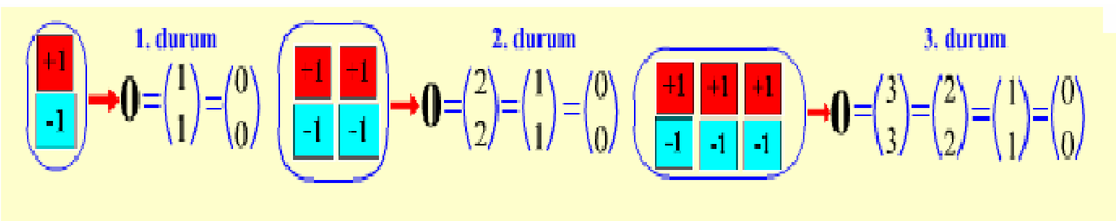
Araştırmanın nitel yöntemi tarafıyla ilgili veri toplama aracı olarak da; araştırmacının deneme uygulaması sürecinde kullandıkları çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışma yaprakları, öğrencilerin ezbercilikten kurtulup, kendi buldukları kuralları unutmamalarını sağlayan materyallerdir (Ardahan ve Ersoy, 2000). Ayrıca, uygulama sonunda araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş yarı yapılandırılmış görüşme kayıtları kullanılmıştır.

Aşağıda uygulama sürecinde kullanılan materyaller ve öğrenme sürecinde kullanılan, Ardahan (2013) tarafından geliştirilen zıtlık modeline ilişkin felsefi düşüncelere yer verilmiştir.

SÖ'nün özü, durumu gerçek bir hayat problemiyle açıklamaya dayanır. Burada hayattan gerçek bir durum; bir değer yargısı, yönlü sayı kavramını açıklamak için bir temel teşkil etmektedir. Hakikatin (realitenin) ortaya çıkarılmasının bu şekilde tecelli ettiği görülmektedir. Hayatla özdeşim kurarak öğrenmeyi kolaylaştırmak amaçlanmaktadır.

Tam sayı kavramı zıtlıklarla ve bu zıtlıkların birliğinden yola çıkarak anlatılan 0(sıfır) kavramıyla daha bir anlamlı ve hakikate uygun hale getirilir. 0 (sıfır) kavramını anlayan öğrenci pozitif ve negatif sayıya kolay bir şekilde geçiş yapabilecektir.

0 (sıfır) kavramı, denge, korunum, denklik sınıfı modelleriyle açıklanarak yokluk kavramı hakkında farkındalık sağlanmıştır. Sonsuz defa 0 (sıfır)'ın modellenebileceğini anlayan öğrencinin herhangi bir tam sayıyı da anlamlandırarak açıklayabileceği düşünülmektedir. Tam sayılar kümesindeki 0 (sıfır)'ın anlaşılması, tam sayı kavram ve işlemleri için bir ön koşul öğrenme niteliği taşıması bakımından önemlidir.




**Şekil 3.2:** Zıtlık Modeli ile Sonsuz 0 (Sıfır) Tanımları

Kaynak: Ardahan, 2013.

Sonsuz kere 0 (sıfır) modeli olduğunu açıklayan yukarıdaki zıtlık modeli, tam sayı kavramını açıklamak ve anlamlandırmak içindir.

0 (sıfır); esasen, olmayanın içinde olandan, yani yokluğun içinde varlıktan bahsedildiği felsefeyle açıklanmaktadır. Esas olan, yokluk ve varlığın birlikteliğini anlamaktır.

Zıtlık modelinde eşit sayıda zıt değerlerin bir arada olmasıyla “0 (sıfır)” kavramı modellenmektedir. 1’er, 2’şer, 3’er, 4’er, 5’er…. n’er sayıdaki zıt değerlerin biraradalığıyla denge (korunum) açıklanarak “0 (sıfır)” sayısı anlamlandırılmaktadır.

(0, 0), (1, 1), (2, 2), (3, 3), (4, 4), (5, 5), …, (n, n) modellerinin hepsi “0 (sıfır)” sayısı için bir model teşkil etmektedir. Zıtlık modeline, 0 (sıfır) ve tam sayı kavramının çoklu modellerinden birisi olarak çalışmada yer verilmiştir.

0 (sıfır)’ın, “yokluk ve varlığın birliği” ile açıklanması ile, bütüncül düşünme gerektiren bir durum ortaya konmaktadır.

0 (sıfır)’ın bir doğal sayı olarak sadece “yok, hiç yok, kalmadı” gibi ifadelerle açıklanması yetersiz kalıp tam sayı niteliğinde pozitif ve negatif sayılarla açıklanması daha mâkul ve mantıklıdır. İçinde olumlu ve olumsuzu barındıran 0 (sıfır), içindekileri yani pozitif ve negatif tam sayıları anlamak için de güçlü bir zemin olacaktır. 0 (sıfır) kavramından sonra kavram korunumu ile pozitif ve negatif sayıların modelleri verilmektedir.

Aşağıda, tasarlanan materyalin ilk ara yüzünde verilen başlıklar ve ardından bu başlıklar altında kullanılan modellere yer verilmiştir.

### 3.3.1. Uygulamada Kullanılan Dinamik Çoklu Modeller

Araştırmacı tarafından tasarlanan orijinal materyal, html5, javascript, css3 kullanılarak kodlanmıştır. Dinamik hale getirilen materyal deney grubunda öğrenme sürecine dâhil edilmiştir.

Uygulamada kullanılan materyalin ilk ara yüzünde konuya ilişkin başlıklara yer verilmiştir. Her bir başlık için modeller çoklu temsil destekli tasarlanmıştır.

Not: Çalışmada Arttırılmış Gerçeklik (AR) tekniği kullanılmıştır. AR, gerçek nesnelerin bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen canlı, dinamik doğrudan ya da dolaylı fiziksel görünümüdür (wikipedia.org). Aşağıdaki modellerin çalışma prensibini görmek için Aurasma Programı QR koduyla, öncelikle AR uygulaması indirilebilir. Daha sonra Aurasma Channel QR koduyla da manipülatiflerin olduğu kanala gidilir. Uygulama kurulduktan sonra kanala gidilir. Son olarak Aurasma programı açılarak ilgili model görseli okutulduğunda model, arka planda video şeklinde seyredilebilir.

Aurasma Program QR

Aurasma Channel QR

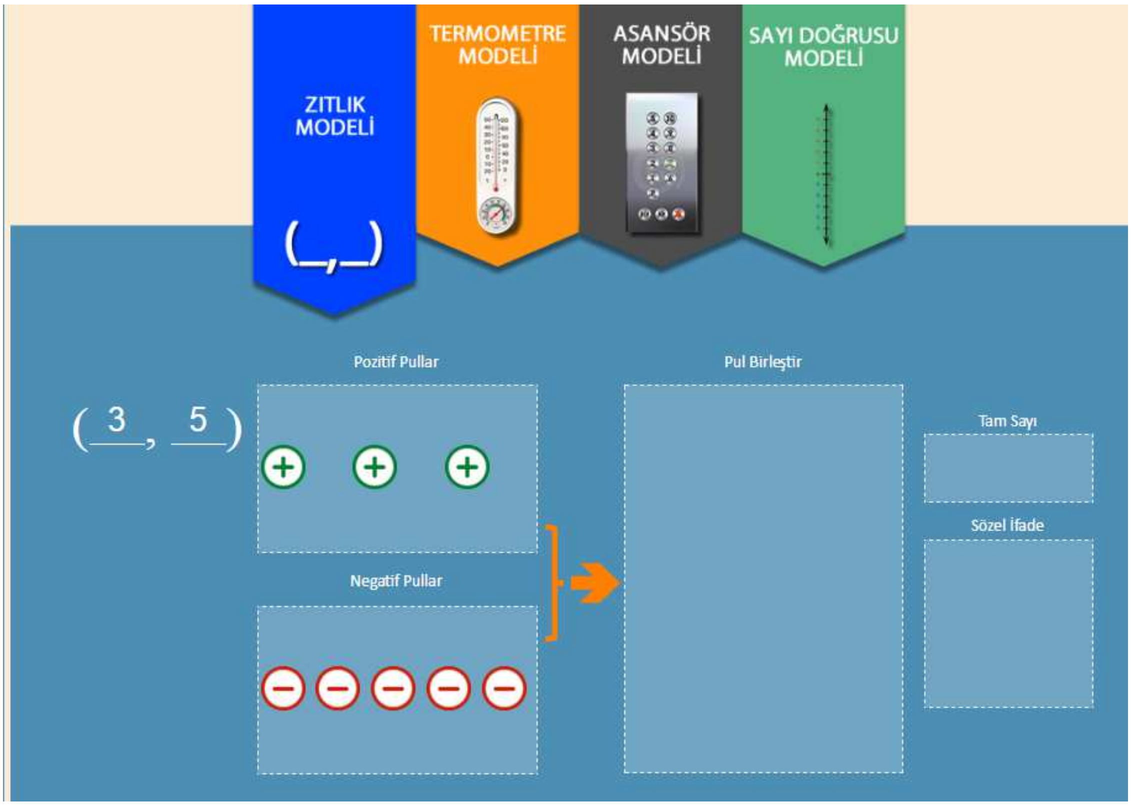

**Şekil 3.3:** Materyalde Kullanılan Başlıklar

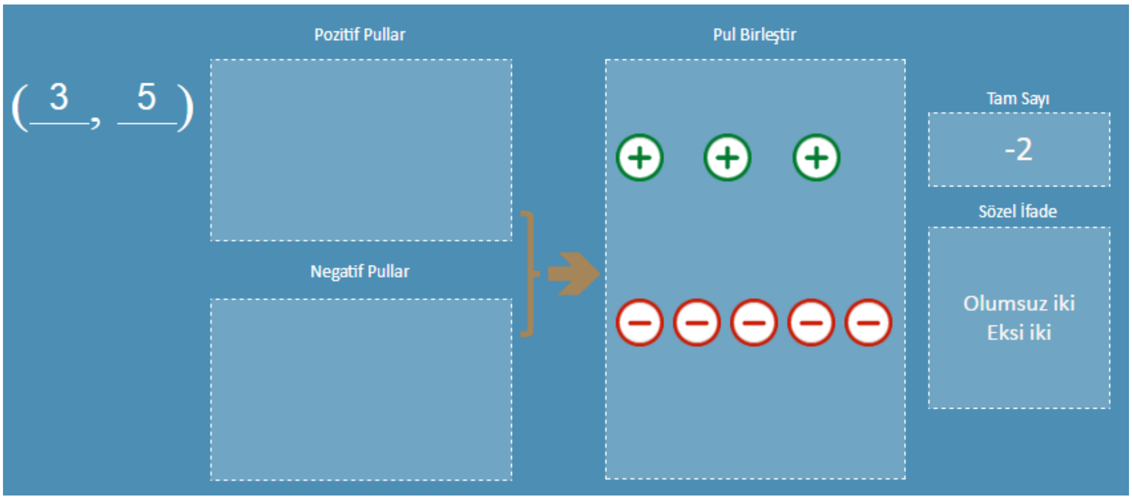
### 3.3.1.1. Tam sayı Kavramı

Materyalin ilk başlığı olan "Tam sayı" kavramına tıklandığında dört farklı model gösterilmektedir. Öncelikli amaç, tam sayı kavramının çeşitli dinamik modeller ile anlamlandırılmasıdır. Öğrencilerin çoklu düşünmelerini sağlayan modeller nicelik (zıtlık- sayma) ve yönlü modeller (termometre- asansör- sayı doğrusu- deniz seviyesi) üzerinde tam sayıların gösterimleri mevcuttur.

#### 3.3.1.1.1. Zıtlık Modeli

Tam sayı kavramı başlığı altında ilk model olarak zıtlık modeli gösterilmektedir. (- ,-) zıtlık modelinde ilk girdi pozitif, ikinci girdi negatif pul sayısını temsil etmektedir. + ve – pullar birbirini yok ettikten sonra, ilk yazılan sembolik temsil görsel bir temsil (pul birleştir kutusu) ile daha sonra bir başka sembolik temsil ( tam sayı ifadesi) ve sözel temsil ile gösterilmektedir.






**Şekil 3.4:** Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli

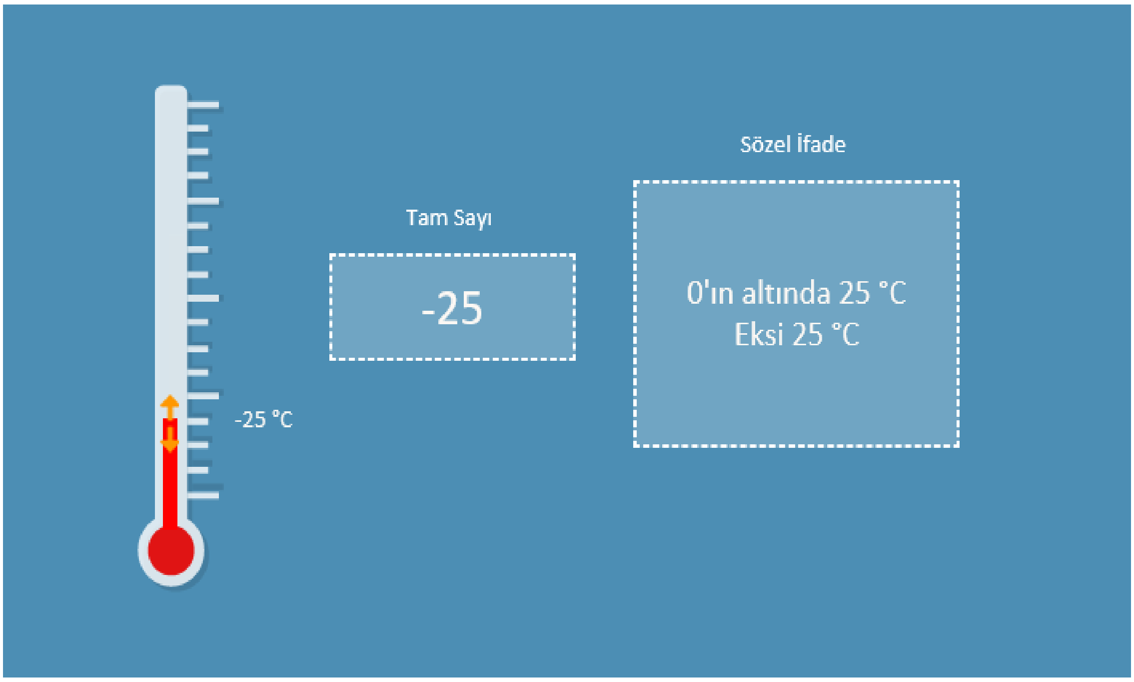
Zıtlık modeli, tam sayıyı tanımlayan bir modeldir ve ön koşul öğrenme bilgisi olan doğal sayılardan yararlanılmaktadır.

(-, -) modelinde ilk sayı olumlu değeri, ikinci sayı olumsuz değeri temsil eder. Örneğin, yukarıdaki (3, 5) modeli üç artıya karşılık beş eksinin varlığı demektir ki, iki eksi sonucunun tam sayı ifadesi olarak yine model üzerinde en son “-2” yazılır.

İlk olarak olumlu durumu, ardından olumsuz durumu ifade ederek modellenen zıtlık modeliyle imajinel olarak da sayma pulu modeline transfer edilmesiyle tam sayı anlamlı hale getirilmektedir. Nihai olarak ifade edilen sayı da artık açıklanabilen, görsel olarak anlamlandırılabilen bir sembolik ifadedir.

#### 3.3.1.1.2. Termometre Modeli

Tam sayı kavramı başlığı altında ikinci model olarak termometre modeli gösterilmektedir. Termometre üzerindeki ok hareket ettirilerek sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.

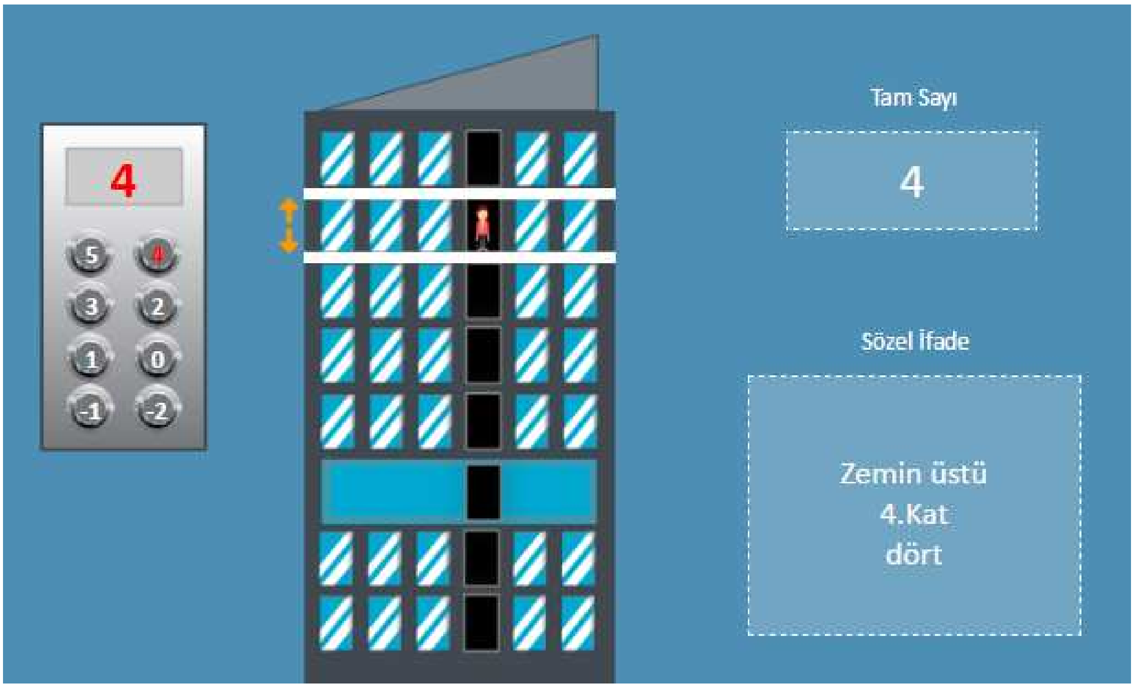



**Şekil 3.5:** Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Termometre Modeli

Yönlü bir model olan termometre modeli sayı doğrusu modelinin dikey versiyonudur. Tam sayılar model üzerinde manipüle edilerek görülmektedir.

**3.3.1.1.3. Asansör Modeli**

Tam sayı kavramı başlığı altında üçüncü model olarak asansör modeli gösterilmektedir. Asansör modelinde butona basıldığında insan hareketli nesnesi yukarı aşağı hareket ederken aynı zamanda nesne hareket ettirildiğinde butonda ok hareket ettirilerek sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.

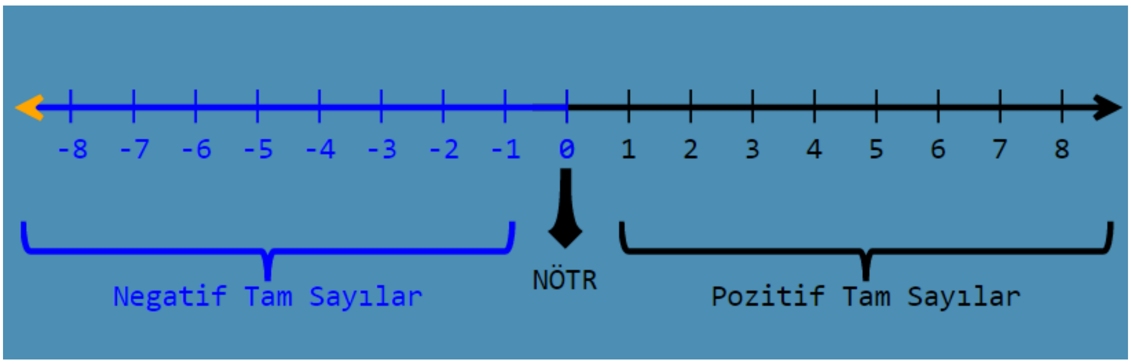



**Şekil 3.6:** Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Asansör Modeli

Asansör modeli de yine termometre modeli gibi günlük hayattan bir model olup yönlü bir modeldir. Sayı doğrusu modelinin dikey versiyonudur.

#### 3.3.1.1.4. Sayı Doğrusu Modeli

Tam sayı kavramı başlığı altında dördüncü model olarak sayı doğrusu modeli gösterilmektedir. Termometre üzerindeki ok hareket ettirilerek sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.




**Şekil 3.7:** Tam sayı Kavramı Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli

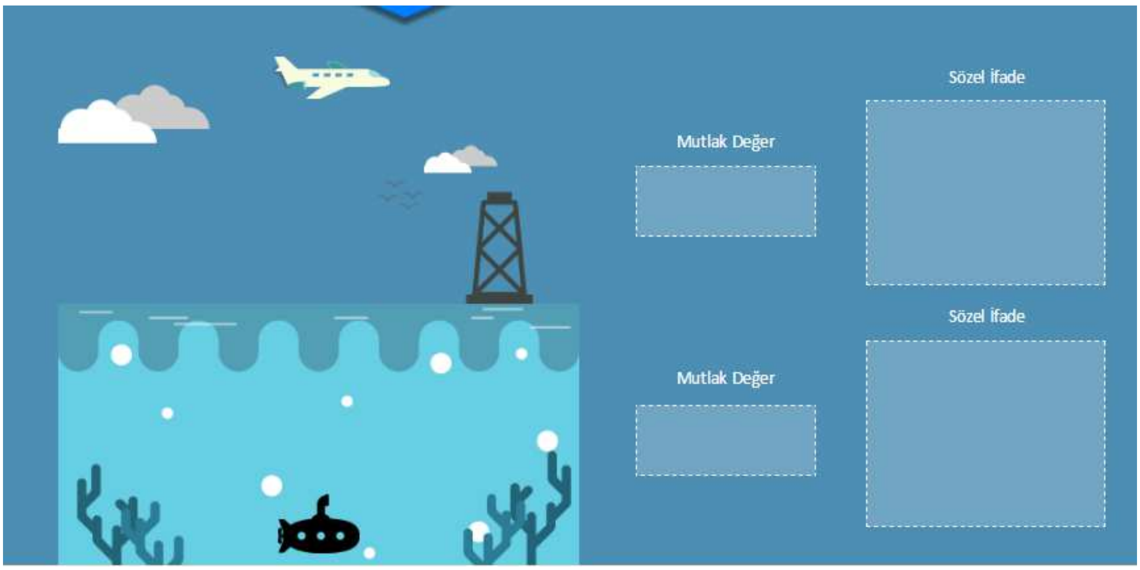
Sayı doğrusu modeli üzerinde başta doğal sayılar görülür. 0 (sıfır) ‘dan önceki sayılar ok sola çekilerek gösterilmektedir. Her bir sayının ifadesi sayı üzerinde görülmektedir.

#### 3.3.1.2. Mutlak Değer Kavramı

Mutlak değer kavramı da Tam sayı kavramı gibi bir terim, bir bilgi olduğundan modeller üzerinde ifadeleri gösterilmiş, çalışma yaprağıyla bir etkinliğe dahil ederek formül ve genelleştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

##### 3.3.1.2.1. Deniz Seviyesi Modeli

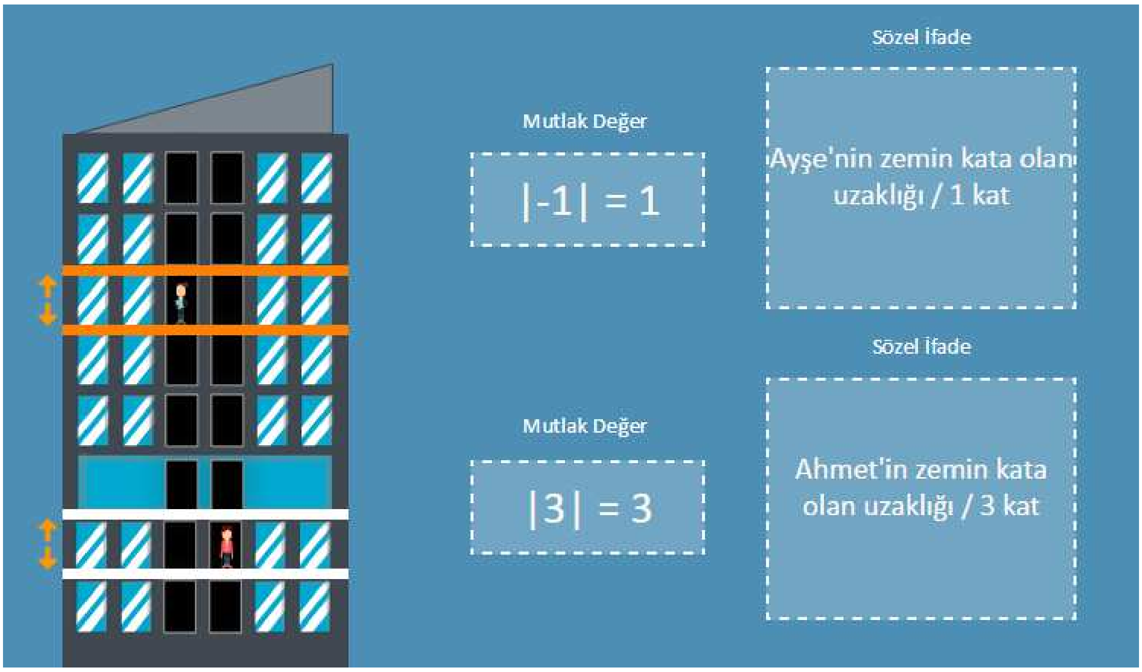
Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında ilk model olarak deniz seviyesi modeli gösterilmektedir. Model üzerindeki uçak ve deniz altı hareketli nesneleri yukarı aşağı hareket ettirilerek sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.




**Şekil 3.8:** Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Deniz Seviyesi Modeli

##### 3.3.1.2.2. Asansör Modeli

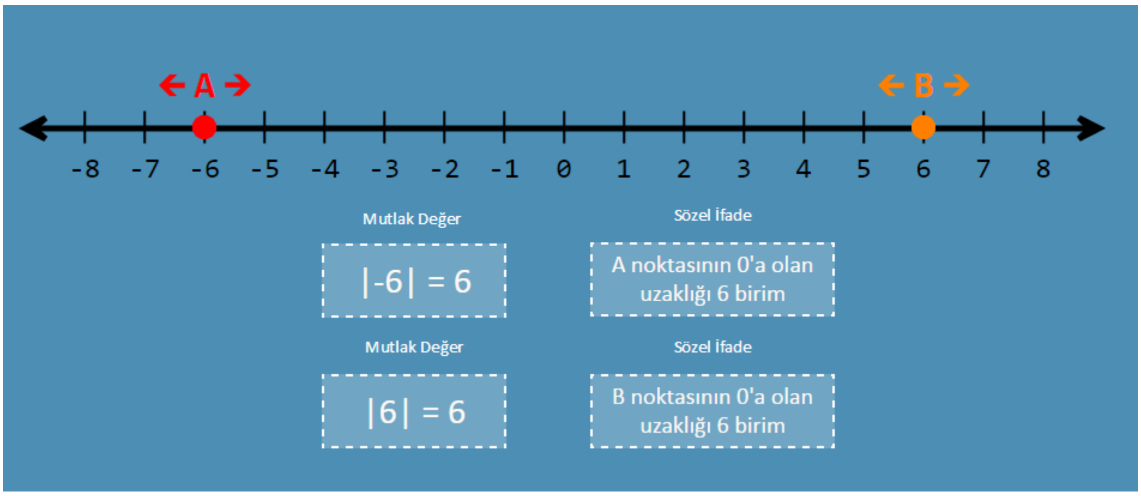
Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında ikinci model olarak asansör modeli gösterilmektedir. Model üzerindeki iki farklı insan hareketli nesneleri yukarı aşağı hareket ettirilerek sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.




**Şekil 3.9:** Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Asansör Modeli

#### 3.3.1.2.3. Sayı Doğrusu Modeli

Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında üçüncü model olarak sayı doğrusu modeli gösterilmektedir. Model üzerindeki iki farklı A ve B noktalarının, sağa sola hareket ettirilmesiyle sembolik ve sözel temsili de görülmektedir.




**Şekil 3.10:** Mutlak Değer Kavramı Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli

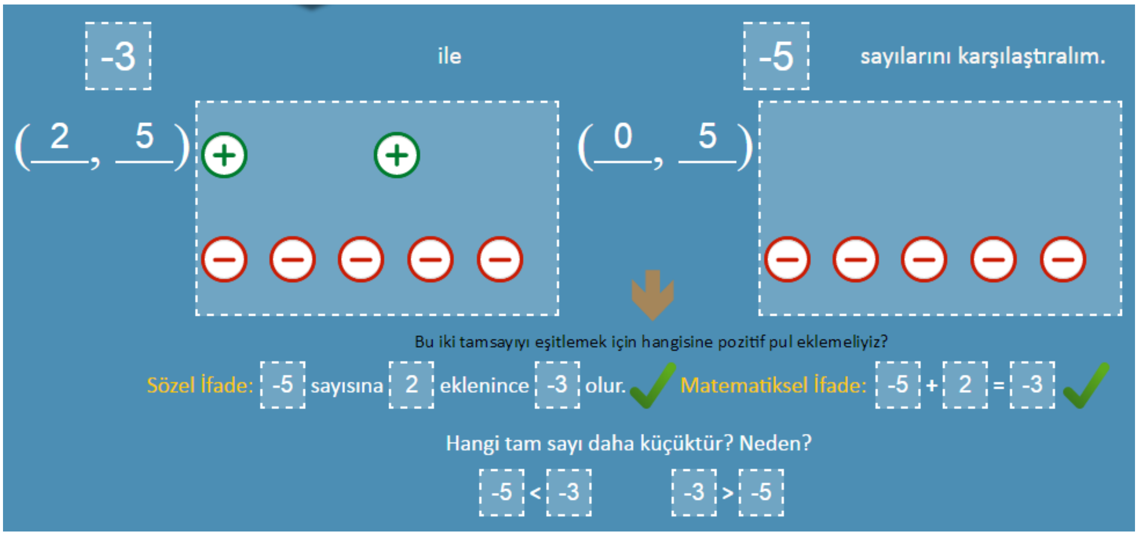
Günlük hayattaki karşılıklarından sonra bir sayı doğrusu modeli üzerinde matematik karşılıkları verilmiştir. Modeller üzerinde iki nesne tasarlamanın amacı, 0 (sıfır) sayısına mesafesi aynı olan bir pozitif ve bir negatif sayının mutlak değerlerinin eşit olduğunu göstermektir.

#### 3.3.1.3. Tam Sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama

Materyalin üçüncü başlığı olan Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama kısmında dört farklı model (zıtlık modeli, termometre modeli, asansör modeli, sayı doğrusu modeli) kullanılmıştır.

##### 3.3.1.3.1. Zıtlık modeli

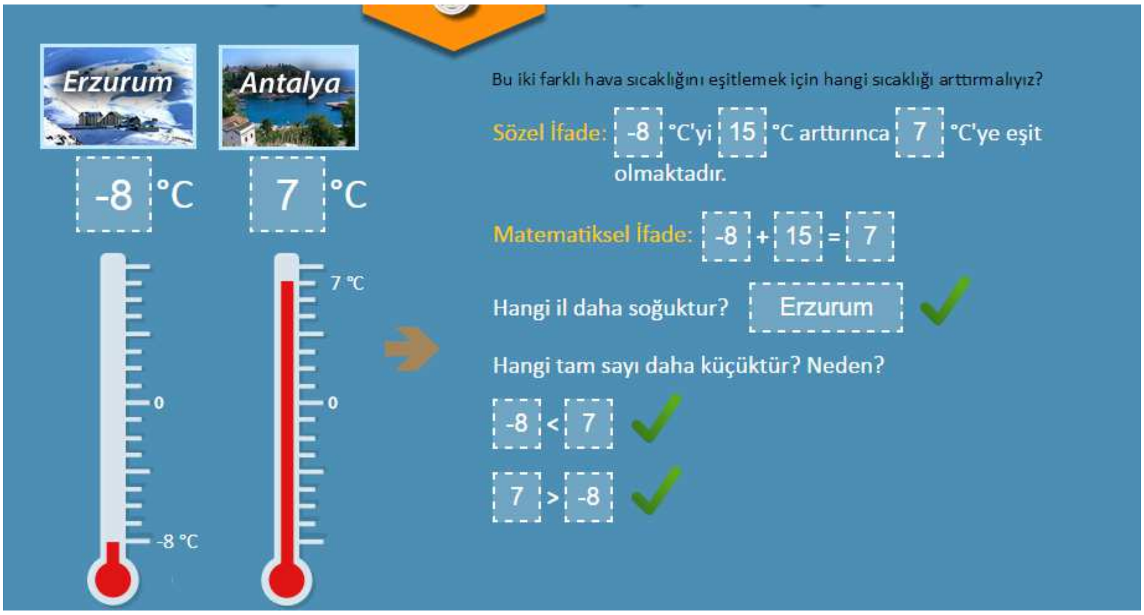
Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama başlığı altında ilk model olarak zıtlık modeli gösterilmektedir. "Tam sayılarla karşılaştırma ve sıralama yapar." kazanımından itibaren Sorgulayıcı öğrenme süreci başlatılmış ve yine ilkin zıtlık modeliyle çalışma tasarlanmıştır.




**Şekil 3.11:** Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli

#### 3.3.1.3.2. Termometre Modeli

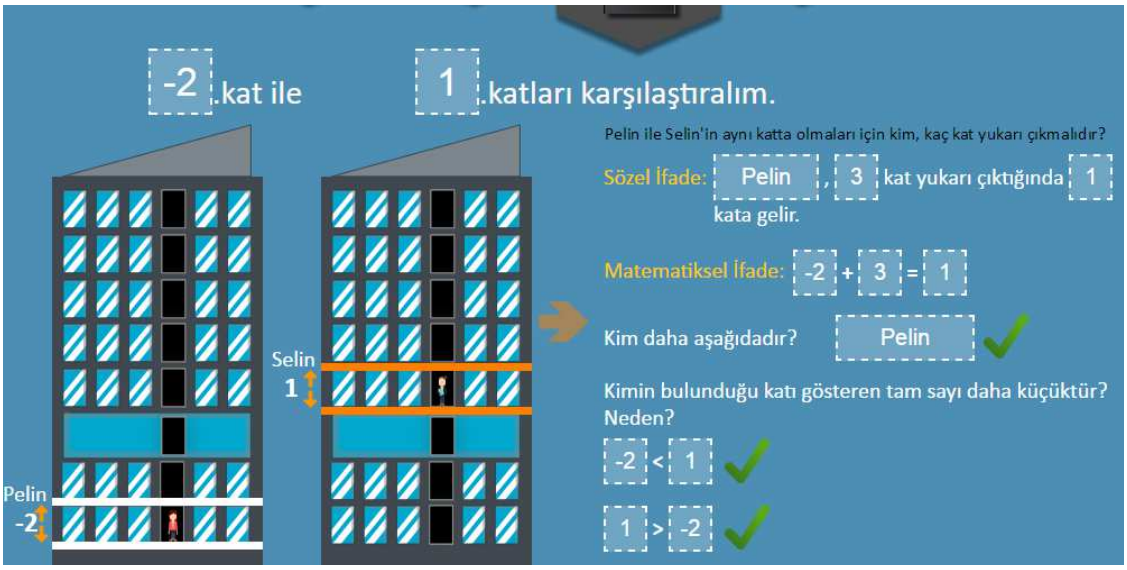
Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında ikinci model olarak termometre modeli gösterilmektedir. Aynı kazanım öğrencilere bir yönlü model (termometre) üzerinde de gösterilerek farklı bir model sunulmaktadır. Materyal, çalışma yaprağı destekli bir şekilde sürece dâhil edilmiştir.




**Şekil 3.12:** Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Termometre Modeli

#### 3.3.1.3.3. Asansör Modeli

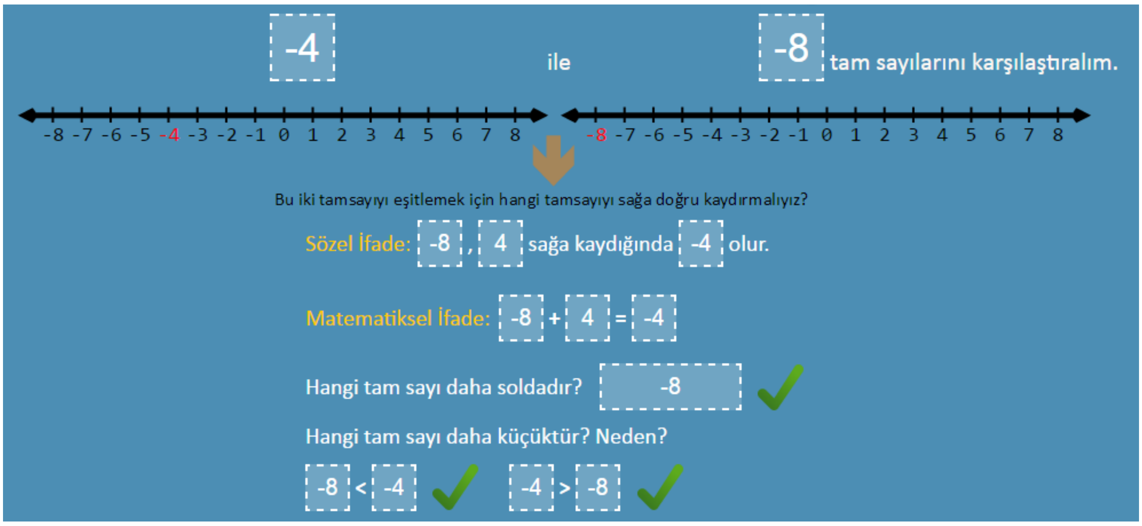
Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında üçüncü model olarak asansör modeli gösterilmektedir. Günlük hayatla ilişkilendirmeleri sağlanan öğrenciler, modeller arası geçiş süreçlerini, çalışma yapraklarına yansıtmışlardır. Materyal, çalışma yaprağı destekli bir şekilde sürece dâhil edilmiştir.




**Şekil 3.13:** Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Asansör Modeli

#### 3.3.1.3.4. Sayı Doğrusu Modeli

Bir Tam Sayının Mutlak Değeri başlığı altında dördüncü model olarak sayı doğrusu modeli gösterilmektedir.




**Şekil 3.14:** Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli

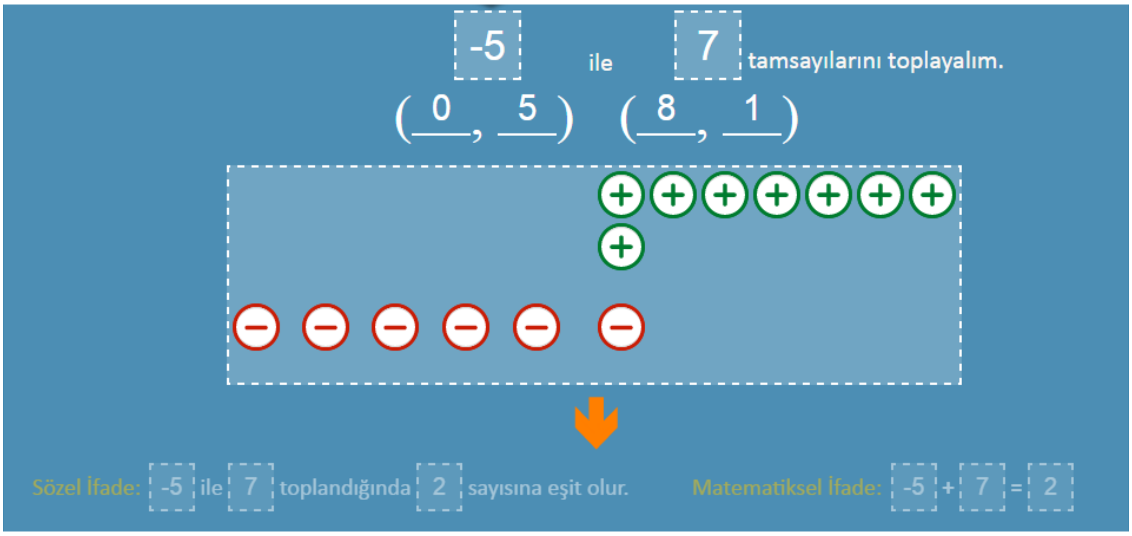
Yine en son olarak öğrencilerin önceki çıkarımları, başka bir model olan sayı doğrusu modeline transfer etmeleri sağlanmıştır.

### 3.3.1.4. Tam Sayılarla Toplama İşlemi

Tam sayılarla Toplama İşlemi başlığında zıtlık modeli ve sayı doğrusu modeli kullanılmıştır.

#### 3.3.1.4.1. Zıtlık Modeli

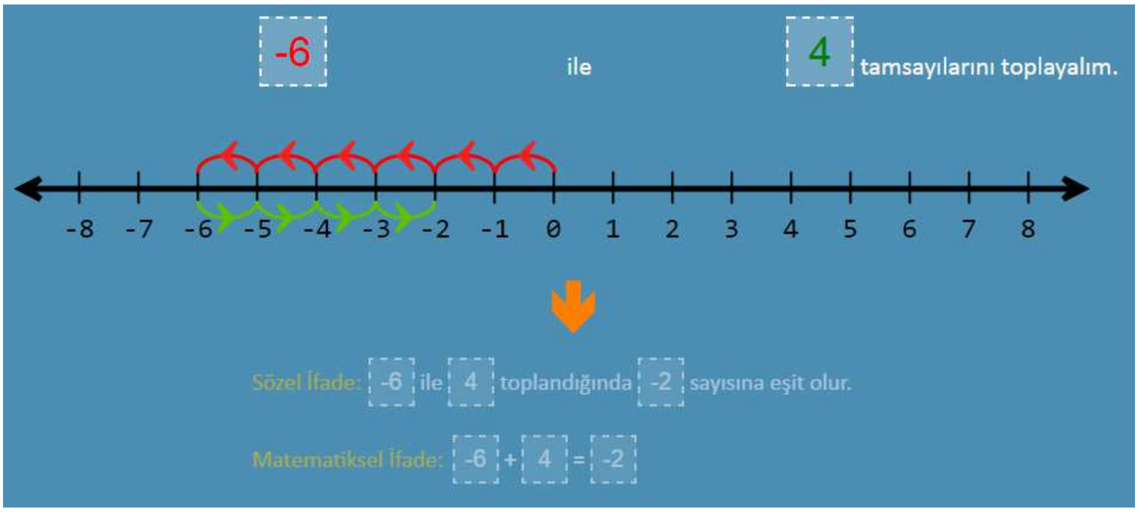
Bu ara yüzde, öğrencilerin çalışma yaprağında verilen problemdeki verileri yukarıdaki modele girerek anlamlı hale getirdikten sonra sayma pullarına dönüştürmeleri söz konusudur. İki farklı tam sayının toplama işlemi, zıtlık modeliyle tasarlanmış manipulatif temsili, sembolik ve sözel temsili bir arada verilmiştir.




**Şekil 3.15:** Tam sayılarla Toplama İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli

#### 3.3.1.4.2. Sayı Doğrusu Modeli

Tam sayılarla Toplama İşlemi başlığı altında tasarlanan ikinci bir model ise sayı doğrusu modelidir. Veri girişlerine herhangi bir tam sayı yazıldığında görsel temsil, sözel ve sembolik temsil bir arada görülmektedir.




**Şekil 3.16:** Tam sayılarla Toplama İşlemi Başlığında Kullanılan Sayı Doğrusu Modeli

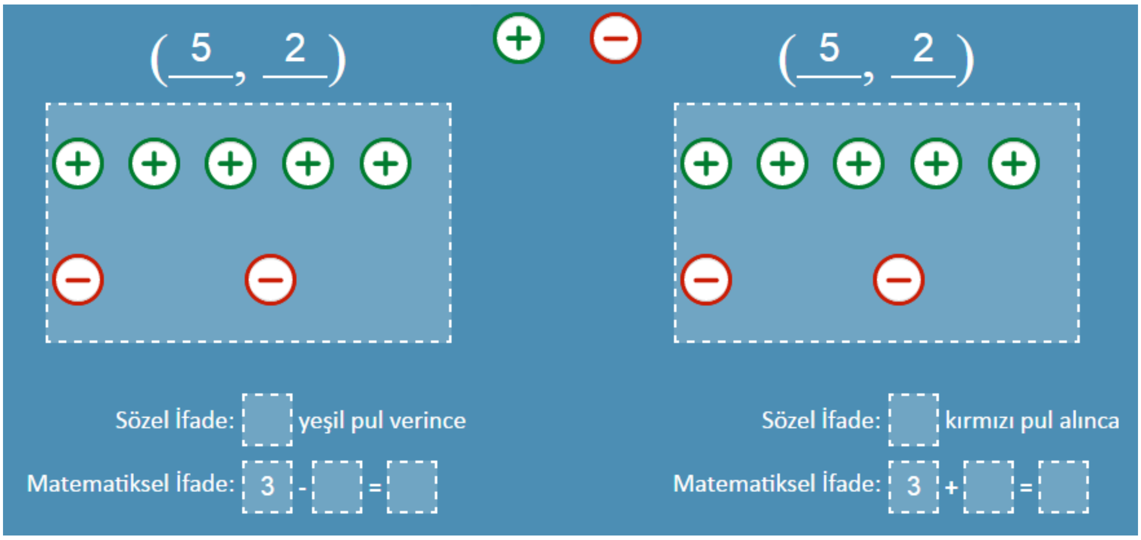
Birinci modeldeki verileri tekrar yönlü bir model olan sayı doğrusu model ile göstermek çoklu modellemenin gereğidir.

### 3.3.1.5. Tam Sayılarla Çıkarma İşlemi

Tam sayılarla Çıkarma İşlemi başlığı altında kullanılan model zıtlık modelidir. İlk model, herhangi bir tam sayıdan pozitif tam sayı çıkarma işlemi üzerine; ikinci model ise herhangi bir tam sayıdan negatif bir tam sayı çıkarma işlemi üzerine kurgulanmıştır.

#### 3.3.1.5.1. Zıtlık Modeli

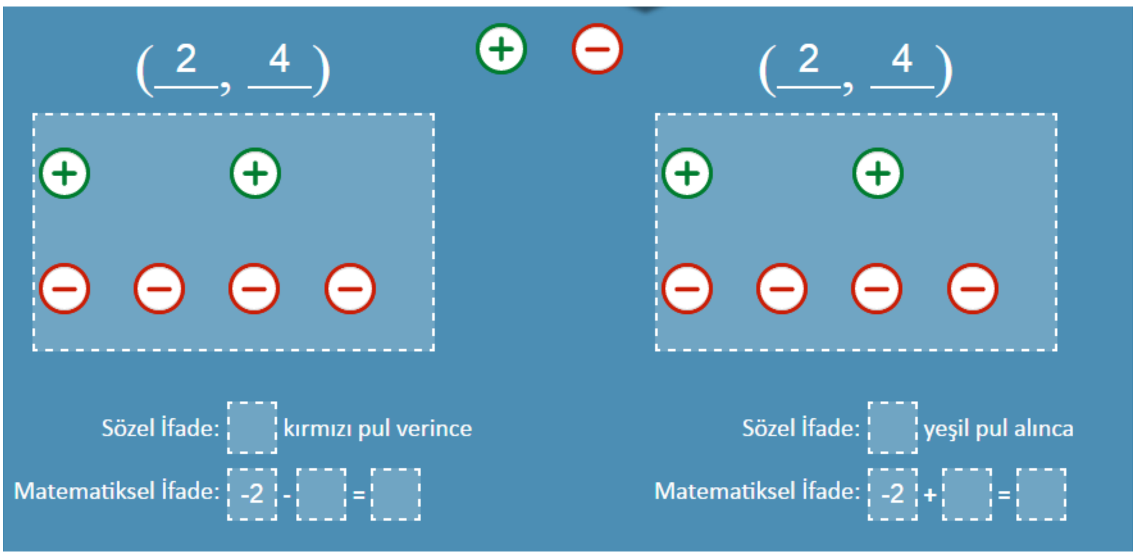
İlk model, bir tam sayıdan pozitif bir tam sayının çıkarılması işlemini tasarlamak için kurulmuştur. Çıkarma işleminin toplama işlemi şeklindeki genel ifadesi a-(+b)=a+(-b), model ve çalışma yaprakları aracılığıyla da öğrenciye keşfettirilir.




**Şekil 3.17:** Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli

#### 3.3.1.5.2. Zıtlık Modeli

Çıkarma işlemiyle ilgili ikinci model, bir tam sayıdan negatif bir tam sayı çıkarılması işlemini tasarlamak için kurulmuştur. Çıkarma işleminin toplama şeklindeki genel ifadesi a-(-b)=a+(+b) model ve çalışma yaprakları yönergeleriyle öğrenciye keşfettirilir.




**Şekil 3.18:** Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Başlığında Kullanılan Zıtlık Modeli

### 3.4. Verilerin Analizi

Nicel veriler, Tam sayılar Başarı Testi’ndeki 20 açık uçlu sorudan elde edilen cevaplardan oluşmaktadır.

Test için hazırlanan analitik puanlama anahtarı şu şekildedir:

0 puan:

Çözüm yolu yok veya yanlış

Sonuç yok veya yanlış

1 puan:

Çözüm yolu kısmen doğru, sonuç yanlış

Modelleme ya da matematik cümle kısmen doğru, sonuç yanlış

2 puan:

Çözüm yolu doğru, sonuç yanlış.

Modelleme ya da matematik cümle kurulmamış sonuç doğru.

3 puan:

Çözüm yolu doğru, sonuç doğru.

Modelleme ya da matematik cümle doğru kurulmuş, sonuç doğru.

Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 60, en düşük puan ise 0’dır.

Başarı Testi’nin uygulama öncesi güvenirlik analiz çalışması yapılmıştır verilerin analizi aşağıdaki gibidir:

#### 3.4.1. Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Teknikler

95 katılımcıdan elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programında analiz edilmiştir. Verilerin analizinde madde güçlük indeksleri, madde ayırt edicilik indeksleri, Cronbach’s alfa güvenilirlik analizi, frekans analizi, bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

#### 3.4.1.1. Madde Analizi

Madde analizi kapsamında madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri incelenmiştir. Bu bağlamda 95 öğrenci başarı testinden aldıkları puanlar bakımından sıralanmış en başarılı %27'lik grup ile (26 öğrenci), en başarısız %27'lik grup (26 öğrenci) belirlenmiştir.

Madde güçlük indeksi Tablo 3.3.'teki kriterlere göre değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.3:** Madde Güçlük İndeksi

| **Madde Güçlük İndeksi ($P_j$)** | **Maddenin Değerlendirilmesi** |
|---|---|
| 0, 29 ve altında bulunan madde | Zor |
| 0, 30 ve 0, 49 arasında bulunan madde | Orta zorlukta |
| 0, 50 ve 0, 69 arasında bulunan madde | Kolay |
| 0, 70 ve 1, 00 arasında bulunan madde | Çok kolay |

Tablo 3.3.'e göre; $P_j \leq 0{,}29$ durumunda madde zor, $0{,}30 \leq P_j \leq 0{,}49$ durumunda madde orta zorlukta, $0{,}50 \leq P_j \leq 0{,}69$ durumunda madde kolay, $0{,}70 \leq P_j \leq 1{,}00$ durumunda madde çok kolay olarak değerlendirilmiştir.

Madde ayırt edicilik indeksi Tablo 3.4.'deki kriterlere göre değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.4:** Madde Ayırt Edicilik İndeksi

| **Madde Ayırt Etme İndeksi ($r_{jx}$)** | **Maddenin Değerlendirilmesi** |
|---|---|
| 0, 40 ve daha büyük madde | Çok iyi |
| 0, 30 ve 0, 39 arasında bulunan madde | Oldukça iyi |
| 0, 20 ve 0, 29 arasında bulunan madde | Geliştirilmesi gereken |
| 0, 19 ve daha küçük madde | Çok zayıf (Çıkarılmalı) |

Tablo 3.4.'e göre; $rjx \leq 0{,}19$ durumunda madde çok zayıf yani testten çıkarılmalı, $0{,}20 \leq rjx \leq 0{,}29$ durumunda madde geliştirilmesi gerekir, $0{,}30 \leq rjx \leq 0{,}39$ durumunda madde oldukça iyi, $rjx \leq 0{,}40$ durumunda madde çok iyidir.

Yukarıdaki Tablo 3.3. ve Tablo 3.4. verilerine göre yapılan madde analizi Tablo 3.5.'te verilmiştir.

**Tablo 3.5:** Madde Analizi

| **Madde** | **Üst grup yanlış cevap** | **Üst grup doğru cevap** | **Alt grup yanlış cevap** | **Alt grup doğru cevap** | **$P_j$** | **$P_{j\ değ.}$** | **$r_{jx}$** | **$r_{jx\ değ.}$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| s1 | 0 | 26 | 11 | 15 | 0,79 | Çok kolay | 0,42 | Çok iyi |
| s2 | 0 | 26 | 8 | 18 | 0,85 | Çok kolay | 0,31 | Oldukça iyi |
| s3 | 6 | 20 | 20 | 6 | 0,50 | Kolay | 0,54 | Çok iyi |
| s4 | 0 | 26 | 13 | 13 | 0,75 | Çok kolay | 0,50 | Çok iyi |
| s5 | 9 | 17 | 26 | 0 | 0,33 | Orta zorlukta | 0,65 | Çok iyi |
| s6 | 0 | 26 | 20 | 6 | 0,62 | Kolay | 0,77 | Çok iyi |
| s7 | 2 | 24 | 15 | 11 | 0,67 | Kolay | 0,50 | Çok iyi |
| s8 | 7 | 19 | 18 | 8 | 0,52 | Kolay | 0,42 | Çok iyi |
| s9 | 3 | 23 | 20 | 6 | 0,56 | Kolay | 0,65 | Çok iyi |
| s10 | 0 | 26 | 13 | 13 | 0,75 | Çok kolay | 0,50 | Çok iyi |
| s11 | 2 | 24 | 24 | 2 | 0,50 | Kolay | 0,85 | Çok iyi |
| s12 | 1 | 25 | 22 | 4 | 0,56 | Kolay | 0,81 | Çok iyi |
| s13 | 2 | 24 | 15 | 11 | 0,67 | Kolay | 0,50 | Çok iyi |
| s14 | 1 | 25 | 12 | 14 | 0,75 | Çok kolay | 0,42 | Çok iyi |
| s15 | 1 | 25 | 11 | 15 | 0,77 | Çok kolay | 0,38 | Oldukça iyi |
| s16 | 3 | 23 | 18 | 8 | 0,60 | Kolay | 0,58 | Çok iyi |
| s17 | 7 | 19 | 24 | 2 | 0,40 | Orta zorlukta | 0,65 | Çok iyi |
| s18 | 3 | 23 | 22 | 4 | 0,52 | Kolay | 0,73 | Çok iyi |
| s19 | 3 | 23 | 25 | 1 | 0,46 | Orta zorlukta | 0,85 | Çok iyi |
| s20 | 4 | 22 | 26 | 0 | 0,42 | Orta zorlukta | 0,85 | Çok iyi |

Tablo 3.5.'te görüldüğü gibi;

- 1. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 15, $P_j$=0, 79, $r_{jx}$=0, 42, madde güçlük indeksi değerlendirmesi "çok kolay", madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi "çok iyi",
- 2. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 18, Pj=0, 85, rjx=0, 31, madde güçlük indeksi değerlendirmesi "çok kolay", madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi "oldukça iyi",

- 3. madde üst grup doğru cevap sayısı 20, alt grup doğru cevap sayısı 6, Pj=0, 50, rjx=0, 54, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 4. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 13, Pj=0, 75, rjx=0, 50, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “çok kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 5. madde üst grup doğru cevap sayısı 17, alt grup doğru cevap sayısı 0, Pj=0, 33, rjx=0, 65, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “orta zorlukta”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 6. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 6, Pj=0, 62, rjx=0, 77, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 7. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 6, Pj=0, 62, rjx=0, 77, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 8. madde üst grup doğru cevap sayısı 19, alt grup doğru cevap sayısı 8, Pj=0, 52, rjx=042, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 9. madde üst grup doğru cevap sayısı 23, alt grup doğru cevap sayısı 6, Pj=0, 56, rjx=0, 65, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 10. madde üst grup doğru cevap sayısı 26, alt grup doğru cevap sayısı 13, Pj=0, 75, rjx=0, 50, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “çok kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,
- 11. madde üst grup doğru cevap sayısı 24, alt grup doğru cevap sayısı 2, Pj=0, 50, rjx=0, 85, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 12. madde üst grup doğru cevap sayısı 25, alt grup doğru cevap sayısı 4, Pj=0, 56, rjx=0, 81, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 13. madde üst grup doğru cevap sayısı 24, alt grup doğru cevap sayısı 11, Pj=0, 67, rjx=0, 50, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 14. madde üst grup doğru cevap sayısı 25, alt grup doğru cevap sayısı 14, Pj=0, 75, rjx=0, 42, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “çok kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 15. madde üst grup doğru cevap sayısı 25, alt grup doğru cevap sayısı 17, Pj=0, 77, rjx=0, 38, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “çok kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “oldukça iyi”,

- 16. madde üst grup doğru cevap sayısı 23, alt grup doğru cevap sayısı 8, Pj=0, 60, rjx=0, 58, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 17. madde üst grup doğru cevap sayısı 19, alt grup doğru cevap sayısı 2, Pj=0, 40, rjx=0, 65, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “orta zorlukta”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 18. madde üst grup doğru cevap sayısı 23, alt grup doğru cevap sayısı 4, Pj=0, 52, rjx=0,73, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “kolay”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 19. madde üst grup doğru cevap sayısı 23, alt grup doğru cevap sayısı 1, Pj=0, 46, rjx=0,85, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “orta zorlukta”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi”,

- 20. madde üst grup doğru cevap sayısı 22, alt grup doğru cevap sayısı 0, Pj=0, 42, rjx=0, 85, madde güçlük indeksi değerlendirmesi “orta zorlukta”, madde ayırt edicilik indeksi değerlendirmesi “çok iyi” olarak elde edilmiştir.

Tablo 3.6.'da alt ve üst gruba ait karşılaştırmalara yer verilmiştir.

**Tablo 3.6:** Alt ve Üst Gruba İlişkin Karşılaştırmalar

| | | N | Ort. | SS | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| s1 | Üst | 26 | 2,9615 | ,19612 | 5,409 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,5000 | 1,36382 | | |
| s2 | Üst | 26 | 2,2308 | ,42967 | 3,826 | ,001 |
| | Alt | 26 | 1,4231 | ,98684 | | |
| s3 | Üst | 26 | 2,0769 | ,93480 | 5,756 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,6538 | ,84580 | | |
| s4 | Üst | 26 | 2,7308 | ,45234 | 6,789 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,2308 | 1,03180 | | |
| s5 | Üst | 26 | 1,9615 | ,91568 | 9,021 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,1923 | ,40192 | | |
| s6 | Üst | 26 | 3,0000 | ,00000 | 8,924 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,7692 | 1,27460 | | |
| s7 | Üst | 26 | 2,7692 | ,81524 | 4,454 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,2692 | 1,51149 | | |
| s8 | Üst | 26 | 2,3077 | 1,12318 | 3,913 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,9231 | 1,41204 | | |
| s9 | Üst | 26 | 2,6538 | ,79711 | 7,114 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,6923 | 1,15825 | | |
| s10 | Üst | 26 | 3,0000 | ,00000 | 5,000 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,5000 | 1,52971 | | |
| s11 | Üst | 26 | 2,5385 | ,85934 | 10,054 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,3077 | ,73589 | | |
| s12 | Üst | 26 | 2,5769 | ,57779 | 10,416 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,4615 | ,85934 | | |
| s13 | Üst | 26 | 2,6538 | ,84580 | 5,561 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,0385 | 1,21592 | | |
| s14 | Üst | 26 | 2,8846 | ,43146 | 4,464 | ,000 |
| | Alt | 26 | 1,5385 | 1,47596 | | |
| s15 | Üst | 26 | 2,8846 | ,58835 | 3,794 | ,001 |
| | Alt | 26 | 1,6923 | 1,49048 | | |
| s16 | Üst | 26 | 2,6538 | ,97744 | 5,371 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,8846 | 1,36607 | | |
| s17 | Üst | 26 | 2,1923 | 1,02056 | 6,615 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,4615 | ,85934 | | |
| s18 | Üst | 26 | 2,6154 | ,80384 | 8,412 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,4615 | 1,02882 | | |
| s19 | Üst | 26 | 2,5769 | ,90213 | 11,029 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,1923 | ,63367 | | |
| s20 | Üst | 26 | 2,6154 | ,75243 | 13,626 | ,000 |
| | Alt | 26 | ,2692 | ,45234 | | |
| Toplam | Üst | 26 | 51,8846 | 2,76155 | 22,284 | ,000 |
| | Alt | 26 | 17,4615 | 7,37689 | | |

Tablo 3.6.’ya göre; bağımsız örnek t testi sonucunda alt ve üst grup arasında başarı testi puanları bakımından her bir madde için anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0, 05$).

#### 3.4.1.2. Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik analizi ölçmede kullanılan anketlerin özelliklerini ve güvenilirliklerini değerlendirmede kullanılan bir yöntemdir. Toplam skorların söz konusu olduğu likert tipi vb. ölçeklerin güvenilirliğini belirleyen katsayı hesaplanır. 0 ile 1 arasında değer alan bu katsayı Cronbach’s alfa olarak adlandırılır. Sorular arasındaki korelasyon negatif ise alfa yöntemi ile hesaplanan Cronbach alfa katsayısı da negatif değer alır. Bu katsayısın negatif çıkması güvenilirlik modelinin bozulmasına neden olur. Alfa katsayısına bağlı olarak ölçeğin güvenilirliği şu şekilde yorumlanır;

- 0.00 < alfa < 0.40 ise ölçek güvenilir değildir.
- 0.40 < alfa < 0.60 ise güvenilirlik düşüktür.
- 0.60 < alfa < 0.80 ise ölçek oldukça güvenilirdir.
- 0.80 < alfa < 1.00 ise ölçek yüksek derecede güvenilirdir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen güvenilirlik analizi sonucunda, test sonuçları Tablo 3.7.’deki gibi elde edilmiştir.

**Tablo 3.7:** Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Güvenilirlik Analizi

| | **Madde çıkarıldığında ort.** | **Madde çıkarıldığında Std. sapma** | **Madde-toplam korelasyonları** | **Madde çıkarıldığında alfa** |
|---|---|---|---|---|
| s1 | 33, 0526 | 179, 901 | , 427 | , 882 |
| s2 | 33, 4000 | 185, 604 | , 356 | , 884 |
| s3 | 33, 8947 | 177, 946 | , 532 | , 879 |
| s4 | 33, 2737 | 179, 201 | , 523 | , 880 |
| s5 | 34, 3053 | 176, 959 | , 550 | , 879 |
| s6 | 33, 2947 | 172, 572 | , 550 | , 878 |
| s7 | 33, 2737 | 176, 860 | , 408 | , 883 |
| s8 | 33, 7474 | 178, 957 | , 344 | , 886 |
| s9 | 33, 5368 | 174, 996 | , 501 | , 880 |
| s10 | 33, 0421 | 178, 168 | , 415 | , 883 |
| s11 | 33, 8632 | 171, 247 | , 607 | , 876 |
| s12 | 33, 7684 | 171, 116 | , 672 | , 875 |
| s13 | 33, 2316 | 175, 690 | , 546 | , 879 |
| s14 | 32, 8421 | 178, 858 | , 476 | , 881 |
| s15 | 32, 9053 | 179, 023 | , 433 | , 882 |
| s16 | 33, 4105 | 176, 159 | , 420 | , 883 |
| s17 | 34, 0211 | 178, 404 | , 430 | , 882 |
| s18 | 33, 7053 | 171, 040 | , 593 | , 877 |
| s19 | 34, 1263 | 171, 963 | , 569 | , 878 |
| s20 | 33, 9053 | 171, 959 | , 642 | , 876 |

Tablo 3.7. incelendiğinde; güvenilirlik analizi sonucunda Cronbach alfa değeri 0,885 olarak elde edilmiş ve ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğu belirlenmiştir. Madde-toplam korelasyonları 0,344 ile 0,672 arasında değişmekte olup negatif korelasyona sahip, ölçeğin güvenilirliğini kayda değer biçimde düşüren, ölçeğin toplanabilirliğine olumsuz etki eden ve analiz dışı bırakılması gereken bir maddeye rastlanmamıştır.

Başarı Testine ait betimleyici istatistikler Tablo 3.8.'deki gibidir:

**Tablo 3.8:** Başarı Testi Ölçeğine İlişkin Betimleyici İstatistikler

| | N | Minimum | Maksimum | Ort. | SS. |
|---|---|---|---|---|---|
| s1 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,2421 | 1,13658 |
| s2 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,8947 | ,81832 |
| s3 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,4000 | 1,06591 |
| s4 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,0211 | ,99978 |
| s5 | 95 | ,00 | 3,00 | ,9895 | 1,09636 |
| s6 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,0000 | 1,36833 |
| s7 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,0211 | 1,41406 |
| s8 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,5474 | 1,43489 |
| s9 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,7579 | 1,31857 |
| s10 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,2526 | 1,29622 |
| s11 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,4316 | 1,33411 |
| s12 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,5263 | 1,22771 |
| s13 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,0632 | 1,18331 |
| s14 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,4526 | 1,10865 |
| s15 | 95 | ,00 | 3,00 | 2,3895 | 1,18766 |
| s16 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,8842 | 1,43559 |
| s17 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,2737 | 1,24150 |
| s18 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,5895 | 1,37218 |
| s19 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,1684 | 1,36563 |
| s20 | 95 | ,00 | 3,00 | 1,3895 | 1,23163 |
| K1 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 9,00 | 6,3158 | 2,76091 |
| K2 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 12,00 | 7,0737 | 2,84060 |
| K3 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 9,00 | 5,8632 | 2,69598 |
| K4 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 12,00 | 6,4737 | 3,58734 |
| K5 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 9,00 | 4,6000 | 3,16362 |
| K6 grubu sorular toplamı | 95 | ,00 | 9,00 | 4,9684 | 2,62740 |
| Başarı testi toplam puan | 95 | 2,00 | 58,00 | 35,2947 | 13,93593 |

Tablo 3.8.’de görüldüğü gibi, en yüksek puan ortalamasına sahip maddeler madde 14 (2,45), madde 15 (2,38) olarak belirlenirken en düşük puan ortalamasına sahip maddeler madde 5 (0, 98), madde 19 (1,16) olarak ortaya çıkmıştır.

Sorular grup bazında incelendiğinde ise;

- K1 (Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 9'dur. Öğrencilerin K1 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 6,31 olarak ortaya çıkmıştır.

- K2 (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 12'dir. Öğrencilerin K2 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 7,07 olarak ortaya çıkmıştır.

- K3 (Tam sayılarla karşılaştırır ve sıralar.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 9'dur. Öğrencilerin K3 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 5,86 olarak ortaya çıkmıştır.

- K4 (Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar; ilgili problemleri çözer.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 12'dir. Öğrencilerin K4 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 6,47 olarak ortaya çıkmıştır.

- K5 (Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi ile toplamak anlamına geldiğini kavrar.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 9'dur. Öğrencilerin K5 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 4,60 olarak ortaya çıkmıştır.

- K6 (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır.) grubu sorulara ilişkin maksimum alınabilecek başarı puanı 9'dur. Öğrencilerin K6 grubu sorulardan aldıkları başarı puanı ortalaması 4,96 olarak ortaya çıkmıştır.

Başarı testi toplam puan bazında değerlendirildiğinde maksimum alınabilecek puanın 60'tır. Öğrencilerin başarı puanları 2 ile 58 arasında değişiklik gösterirken tüm öğrencilerin toplam başarı puanı ortalaması 35,29 olarak belirlenmiştir.

Nitel araştırma kapsamında deney grubundan 3, kontrol grubundan 3 olmak üzere topla 6 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve kaydedilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme verileri betimsel analiz yoluyla yorumlanmıştır.

Betimsel analiz dört aşamadan oluşur:

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma: Araştırma sorularından, araştırmanın kavramsal çerçevesinden ya da görüşme ya da gözlemde yer alan boyutlardan yola çıkarak veri analizi için bir çerçeve oluşturulur.

2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Bu aşamada oluşturulan çerçeveye göre veriler okunur ve düzenlenir.

3. Bulguların tanımlanması: Son aşamada düzenlenen veriler tanımlanır ve gerekli yerlerde doğrudan alıntılarla desteklenir.

4. Bulguların yorumlanması: Bulgular arasındaki neden sonuç ilişkilerinin açıklanması ve gerekirse olgular arasında karşılaştırma yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2005:224).

Betimsel analiz yapılırken 1. aşama olan çerçeve oluşturma kısmında, görüşme formunda yer alan boyutlardan yola çıkılmıştır. 2. aşamada öğrencilerin temsil geçiş süreçleri matematik ifadeyi sözel ifade veya modele; sözel ifadeyi matematik ifade veya modele, modeli sözel ifade veya matematik ifadeye dönüştürme başlıklarında düzenlenerek incelenmiştir. Nihâi aşamada, veriler alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır. Öğrencilerin model tercihleri ayrıca yorumlanmıştır.

Çalışma kağıtlarından elde edilen veriler, doküman analizi yoluyla tahlil edilerek sayısallaştırma aşamasında yüzde dağılımı şeklinde bulguya dökülmüştür.

Doküman analizi belli başlı beş aşamada yapılır:

1. Dokümanlara ulaşma

2. Orijinalliği kontrol etme

3. Dokümanları anlama

4. Veriyi analiz etme

5. Veriyi kullanma (Yıldırım ve Şimşek, 2005:200).

Ayrıca öğrenme sürecinde başvurulan çalışma yapraklarından da veriler toplanmıştır. Doküman analizi yapılırken, öğrencilerin SÖ süreç basamaklarındaki yeterlik düzeyi belirlenen ölçüte göre değerlendirilmiştir. Uzman görüşü alınarak veriler yorumlanmıştır. Doküman analizi, araştırılması hedeflenen olgu ve olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar (Turgut, 2009:234).

Bu araştırmanın yapı geçerliliği için başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve dokümanlar olmak üzere birden fazla veri toplama aracı kullanılmıştır.

İç geçerliliği için elde edilen verilerin uzman kişilerce tartışılarak yorumları alınmıştır.

Dış geçerlilik araştırma sonuçlarının genellenmesi ile ilgilendiğinden, araştırmanın 54 kişiyle sınırlandığı, sınırlılıklar arasında vurgulanmıştır.

Ayrıca veri çeşitliliği ve Cronbach alfa kat sayısı 0,885 olarak belirlenmiş testin uygulanmasıyla güvenirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

# DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

# BULGULAR ve YORUMLAR

Bu bölümde; hem nicel hem de nitel verilerin analizinden elde edilen bulgular ve yorumlara yer verilmiştir.

## 4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular

54 öğrenciye ait ön test-son test uygulaması ile elde edilen veriler SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Sciences) paket programında analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, betimleyici istatistikler, Kolmogorov-Smirnov testi (K-S Testi), Mann Whitney U testi ve Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Dağılımın normalliğine ilişkin K-S Testi Tablo 4.1.'de verilmiştir:

**Tablo 4.1:** Dağılımın Normalliğine ilişkin K-S testi

| | Kontrol Ön test toplam | Kontrol Son test toplam | Deney Ön test toplam | Deney Son test toplam |
|---|---|---|---|---|
| N | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Test İstatistiği | 0,155 | 0,107 | 0,201 | 0,196 |
| p | 0,093 | 0,200 | 0,007 | 0,009 |

Tablo 4.1.'e göre; K-S testi sonucunda kontrol grubu ön test ve son test puanları dağılımının normal dağılıma uygun olduğu görülürken ($p>0,05$), deney grubu ön test ve son test puanlarının normal dağılım göstermediği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu sonuçlardan hareketle, karşılaştırmalarda parametrik olmayan teknikler kullanılmıştır.

Mann Whitney U testi iki bağımsız grup arasındaki farklılıkların testi amacıyla kullanılmaktadır. (Örn. Deney-Kontrol) MWU testi bağımsız örnek t testinin yerine kullanılan non-parametrik bir yöntemdir. Bağımsız örnek t testinde grup ortalamaları karşılaştırılırken parametrik olmayan alternatifinde (MWU) grupların ortancaları karşılaştırılır. MWU testinde değerler sıralı olarak değerlendirildiği için normal dağılıma uygun olma gerekliliği bulunmamaktadır.

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Tablo 4.2.'deki gibidir:

**Tablo 4.2:** Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin MWU Testi Sonuçları

| | | N | Ort. | SS | Sıra Ort. | MWU | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K1 | Kontrol | 27 | 3,0741 | 2,57093 | 34,63 | 172,000 | 0,000 |
| | Deney | 27 | ,8519 | 1,74761 | 20,37 | | |
| K2 | Kontrol | 27 | 2,2963 | 1,65981 | 32,93 | 218,000 | 0,009 |
| | Deney | 27 | 1,1852 | 1,44214 | 22,07 | | |
| K3 | Kontrol | 27 | 2,4444 | 2,79193 | 30,48 | 284,000 | 0,128 |
| | Deney | 27 | 1,3333 | 2,05688 | 24,52 | | |
| K4 | Kontrol | 27 | 1,7037 | 2,01561 | 28,69 | 332,500 | 0,555 |
| | Deney | 27 | 1,1481 | 1,13353 | 26,31 | | |
| K5 | Kontrol | 27 | ,7037 | 1,63648 | 28,61 | 334,500 | 0,401 |
| | Deney | 27 | ,2963 | ,86890 | 26,39 | | |
| K6 | Kontrol | 27 | 1,0000 | 1,56893 | 30,81 | 275,000 | 0,044 |
| | Deney | 27 | ,2593 | ,71213 | 24,19 | | |
| **Ön test toplam** | **Kontrol** | **27** | **11,2222** | **9,36579** | **33,59** | **200,000** | **0,004** |
| | **Deney** | **27** | **5,0741** | **5,96739** | **21,41** | | |

($p<0,05$)

Tablo 4.2. incelendiğinde; deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının MWU testi ile karşılaştırması sonucunda deney ve kontrol grupları arasında 3.kazanım ( Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.), 4. kazanım (Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar; ilgili problemleri çözer.) ve 5. kazanım (Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi ile toplamak anlamına geldiğini kavrar.) toplam puan ortalamaları bakımından anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenirken, 1.kazanım (Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.) 2. kazanım (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.), 6. kazanım (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır.) ve başarı testi toplam puan ortalamaları bakımından anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (p<0, 05).

Kontrol grubuna ilişkin 1.kazanım (Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir), 2. kazanım (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.), 6. kazanım (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer birer strateji olarak kullanır. ) puanları ve başarı testi toplam puanları deney grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir. Bu durum, kontrol grubunun seçmeli matematik uygulamaları dersinde, uygulama öğretmenin Tam sayılar konusuna giriş yapmasıyla ilgili olabilir. Her iki grup da deney aşamasında yıllık planda belirtilen tarihte Tam sayılar konusuna başlamıştır.

Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Tablo 4.3.'teki gibidir:

**Tablo 4.3:** Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin MWU Testi Sonuçları

| | | N | Ort. | SS | Sıra Ort. | MWU | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K1 | Kontrol | 27 | 5,0370 | 2,99334 | 20,72 | 181,500 | 0,001 |
| | Deney | 27 | 7,4074 | 2,34126 | 34,28 | | |
| K2 | Kontrol | 27 | 3,9259 | 2,41670 | 19,26 | 142,000 | 0,000 |
| | Deney | 27 | 7,2593 | 3,12056 | 35,74 | | |
| K3 | Kontrol | 27 | 4,4074 | 3,30802 | 21,48 | 202,000 | 0,004 |
| | Deney | 27 | 6,9259 | 3,03728 | 33,52 | | |
| K4 | Kontrol | 27 | 3,8889 | 3,45669 | 21,20 | 194,500 | 0,003 |
| | Deney | 27 | 7,2593 | 4,07235 | 33,80 | | |
| K5 | Kontrol | 27 | 4,1481 | 3,37073 | 22,20 | 221,500 | 0,010 |
| | Deney | 27 | 6,3704 | 3,39851 | 32,80 | | |
| K6 | Kontrol | 27 | 4,2593 | 3,39221 | 24,72 | 289,000 | 0,188 |
| | Deney | 27 | 5,5185 | 2,88724 | 30,28 | | |
| Sontest Toplam | Kontrol | **27** | **25,6667** | **15,90114** | **20,81** | **184,000** | **0,002** |
| | **Deney** | **27** | **40,7407** | **15,75923** | **34,19** | | |

Tablo 4.3. incelendiğinde; deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının MWU testi ile karşılaştırması sonucunda deney ve kontrol grupları arasında 6. kazanım toplam puan ortalamaları bakımından anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenirken, 1.kazanım (Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.), 2.kazanım (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.), 3.kazanım (Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.), 4.kazanım (Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerin yapar; ilgili problemleri çözer.), 5.kazanım (Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi ile toplamak anlamına geldiğini kavrar.) ve başarı testi toplam puan ortalamaları bakımından anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0, 05$).

6. kazanımda (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer birer strateji olarak kullanır.) gruplar arasında anlamlı bir farklılığın görülmemesi, bu kazanımın, alt öğrenme alanına ait en son ve üst düzey kazanım olarak yer alması olabilir. Her iki grubunda bu kazanıma ait puan ortalaması düşük görülmektedir.

Kontrol grubuna ilişkin 1., 2., 3., 4., 5. kazanım ve başarı testi toplam puanları deney grubuna göre anlamlı derecede daha düşüktür.

Bu bulgular ışığında, deney grubunda uygulanan materyal destekli öğrenme sürecinin, öğrenci başarısını büyük ölçüde arttırdığı söylenebilir.

### 4.1.1. Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Karşılaştırmalar

Kontrol grubu ön test- son test puanlarına ait betimleyici istatistikler Tablo 4.4.’teki gibidir:

**Tablo 4.4:** Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler

| | Ort. | SS. | Minimum | Maksimum |
|---|---|---|---|---|
| ÖT K1 | 3,0741 | 2,57093 | ,00 | 8,00 |
| ÖT K2 | 2,2963 | 1,65981 | ,00 | 6,00 |
| ÖT K3 | 2,4444 | 2,79193 | ,00 | 8,00 |
| ÖT K4 | 1,7037 | 2,01561 | ,00 | 7,00 |
| ÖT K5 | ,7037 | 1,63648 | ,00 | 6,00 |
| ÖT K6 | 1,0000 | 1,56893 | ,00 | 6,00 |
| ÖT TOPLAM | 11,2222 | 9,36579 | ,00 | 38,00 |
| ST K1 | 5,0370 | 2,99334 | ,00 | 9,00 |
| ST K2 | 3,9259 | 2,41670 | ,00 | 10,00 |
| ST K3 | 4,4074 | 3,30802 | ,00 | 9,00 |
| ST K4 | 3,8889 | 3,45669 | ,00 | 12,00 |
| ST K5 | 4,1481 | 3,37073 | ,00 | 9,00 |
| ST K6 | 4,2593 | 3,39221 | ,00 | 9,00 |
| **ST TOPLAM** | **25,6667** | **15,90114** | **,00** | **57,00** |

Kontrol grubunda her bir kazanımın ön test –son test puanları arasındaki artış Tablo 4.4.'te görülmektedir. Buna göre, kontrol grubu öğrencilerinin Tam sayılar konusunu işledikten sonraki başarıları ilk durumdaki başarılarına kıyasla arttığı anlaşılmaktadır.

Kontrol grubu ön test – son test puanlarının karşılaştırması, Wilcoxon testiyle gerçekleştirilmiştir. Wilcoxon testi, tekrarlanan değerler için kullanılmakta olup bağımlı örneklem t testinin parametrik olmayan alternatifidir. MWU testinde olduğu gibi Wilcoxon testinde de ortalamalar yerine değerler sıralanarak karşılaştırma yapılır. Örneklemin iki farklı durumda ya da zamanda ölçülmesi durumunda kullanılabilir. İki farklı zaman diliminde değerlerin farklılık gösterip göstermediğini test eder. (Ön test- Son test).

Kontrol grubu ön test son test puanlarının karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 4.5.'te verilmiştir:

**Tablo 4.5:** Kontrol Grubu Ön Test – Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin Wilcoxon Testi Sonuçları

| | | N | Sıra Ort. | Sıra Top. | Z | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ST K1 – ÖT K1 | Negatif sıra | 2 | 2,50 | 5,00 | -3,399 | 0,001 |
| | Pozitif sıra | 15 | 9,87 | 148,00 | | |
| | Eşit | 10 | | | | |
| ST K2 – ÖT K2 | Negatif sıra | 1 | 5,50 | 5,50 | -3,987 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 21 | 11,79 | 247,50 | | |
| | Eşit | 5 | | | | |
| ST K3 – ÖT K3 | Negatif sıra | 2 | 4,75 | 9,50 | -3,464 | 0,001 |
| | Pozitif sıra | 17 | 10,62 | 180,50 | | |
| | Eşit | 8 | | | | |
| ST K4 – ÖT K4 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -3,739 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 18 | 9,50 | 171,00 | | |
| | Eşit | 9 | | | | |
| ST K5 – ÖT K5 | Negatif sıra | 1 | 6,00 | 6,00 | -3,503 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 17 | 9,71 | 165,00 | | |
| | Eşit | 9 | | | | |
| ST K6 – ÖT K6 | Negatif sıra | 1 | 7,00 | 7,00 | -3,701 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 19 | 10,68 | 203,00 | | |
| | Eşit | 7 | | | | |
| **ST TOPLAM–ÖT TOPLAM** | **Negatif sıra** | **0** | **,00** | **,00** | **-4,198** | **0,000** |
| | **Pozitif sıra** | **23** | **12,00** | **276,00** | | |
| | **Eşit** | **4** | | | | |

($p<0,05$)

Tablo 4.5.’te görüldüğü üzere, kontrol grubu ön test ve son test puanları Wilcoxon testi ile karşılaştırılmış ve ön test ve son test sonuçlarının tüm kazanımlar ve başarı testi toplam puanları bakımından anlamlı olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Buna göre ön test 1.kazanım (Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.), 2.kazanım (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.), 3.kazanım (Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.), 4.kazanım (Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerin yapar; ilgili problemleri çözer.), 5.kazanım (Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi ile toplamak anlamına geldiğini kavrar.), 6. kazanım (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer birer strateji olarak kullanır.) puanları ve başarı testi toplam puanları son teste göre anlamlı derecede düşük olarak elde edilmiştir. Grup kendi içinde değerlendirildiğinde, başarısını ön test puanlarına kıyasla arttırmıştır.

### 4.1.2. Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Karşılaştırmalar

Deney grubu ön test- son test puanlarına ait betimleyici istatistikler Tablo 4.6.’deki gibidir:

**Tablo 4.6:** Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler

| | Ort. | SS. | Minimum | Maksimum |
|---|---:|---:|---:|---:|
| ÖT K1 | ,8519 | 1,74761 | ,00 | 7,00 |
| ÖT K2 | 1,1852 | 1,44214 | ,00 | 5,00 |
| ÖT K3 | 1,3333 | 2,05688 | ,00 | 6,00 |
| ÖT K4 | 1,1481 | 1,13353 | ,00 | 3,00 |
| ÖT K5 | ,2963 | ,86890 | ,00 | 3,00 |
| ÖT K6 | ,2593 | ,71213 | ,00 | 3,00 |
| ÖT TOPLAM | 5,0741 | 5,96739 | ,00 | 22,00 |
| ST K1 | 7,4074 | 2,34126 | ,00 | 9,00 |
| ST K2 | 7,2593 | 3,12056 | ,00 | 12,00 |
| ST K3 | 6,9259 | 3,03728 | ,00 | 9,00 |
| ST K4 | 7,2593 | 4,07235 | ,00 | 12,00 |
| ST K5 | 6,3704 | 3,39851 | ,00 | 9,00 |
| ST K6 | 5,5185 | 2,88724 | ,00 | 9,00 |
| ST TOPLAM | 40,7407 | 15,75923 | ,00 | 60,00 |

Deney grubunda her bir kazanımın ön test –son test puanları arasındaki artış Tablo 4.7.’de görülmektedir. Buna göre, deney grubu öğrencilerinin Tam sayılar konusunu işledikten sonraki başarıları ilk durumdaki başarılarına kıyasla beklenenin üstünde bir artış göstermiştir.

Deney grubu ön test son test puanlarının karşılaştırılması, Wilcoxon testiyle gerçekleştirilmiştir; Tablo 4.7.’de verilmiştir:

**Tablo 4.7:** Deney Grubu Ön Test – Son Test Puanları Karşılaştırmasına İlişkin Wilcoxon Testi Sonuçları

| | | N | Sıra Ort. | Sıra Top. | Z | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ST K1 – ÖT K1 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,487 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 26 | 13,50 | 351,00 | | |
| | Eşit | 1 | | | | |
| ST K2 – ÖT K2 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,384 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 25 | 13,00 | 325,00 | | |
| | Eşit | 2 | | | | |
| ST K3 – ÖT K3 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,320 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 24 | 12,50 | 300,00 | | |
| | Eşit | 3 | | | | |
| ST K4 – ÖT K4 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,292 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 24 | 12,50 | 300,00 | | |
| | Eşit | 3 | | | | |
| ST K5 – ÖT K5 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,360 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 24 | 12,50 | 300,00 | | |
| | Eşit | 3 | | | | |
| ST K6 – ÖT K6 | Negatif sıra | 0 | ,00 | ,00 | -4,295 | 0,000 |
| | Pozitif sıra | 24 | 12,50 | 300,00 | | |
| | Eşit | 3 | | | | |
| **ST TOPLAM – ÖT TOPLAM** | **Negatif sıra** | **0** | **,00** | **,00** | **-4,460** | **0,000** |
| | **Pozitif sıra** | **26** | **13,50** | **351,00** | | |
| | **Eşit** | **1** | | | | |

($p<0,05$)

Tablo 4.7. incelendiğinde; deney grubu ön test ve son test puanları Wilcoxon testi ile karşılaştırılmış ve ön test ve son test sonuçlarının tüm kazanımlar ve başarı testi toplam puanları bakımından anlamlı olarak farklı olduğu belirlenmiştir (p< 0, 05).

Buna göre ön test 1.kazanım(Tam sayıları yorumlar ve sayı doğrusunda gösterir.), 2.kazanım (Bir tam sayının mutlak değerini belirler ve anlamlandırır.), 3.kazanım (Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.), 4.kazanım (Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar; ilgili problemleri çözer.), 5.kazanım (Tam sayılarda çıkarma işleminin eksilenin ters işaretlisi toplamak anlamına geldiğini kavrar.) 6.kazanım (Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır.) puanları ve başarı testi toplam puanları son teste göre anlamlı derecede düşük olarak elde edilmiştir.

## 4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular

### 4.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler ile İlgili Bulgular

Deney ve kontrol gruplarından Başarı Testi'nden aldıkları puanlara göre; iyi, orta ve düşük seviyede üçer kişiyle toplam altı kişiyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir. Kontrol grubundaki Ö1, Ö2, Ö3 olarak kodlanmış öğrenciler, sırasıyla Başarı Testi'nden yüksek, orta ve düşük puan alan öğrencilerdir.

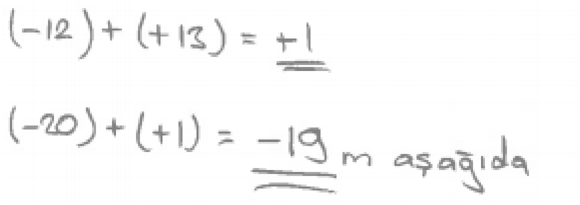
#### 4.2.1.1. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Problem Cümlesini Matematik İfade ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

##### 4.2.1.1.1. Öğrenci 1 (Ö1) İle Yapılan Görüşme

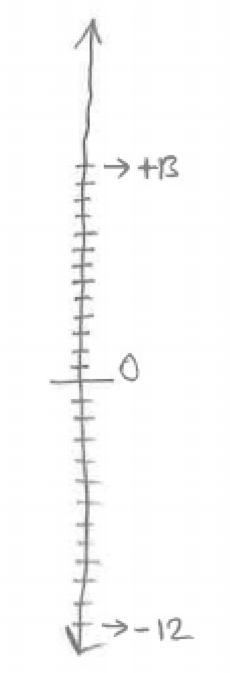
Öğrenciden, aşağıda verilen problem cümlesine uygun matematik ifade yazması ve problem cümlesini modellemesi istenmiştir, öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir? Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*

Ö1, probleme ilişkin matematiksel ifadeyi doğru bir şekilde yazmıştır. Tek bir matematik cümle şeklinde değil parçalı işlem şeklinde ifade etmiştir.



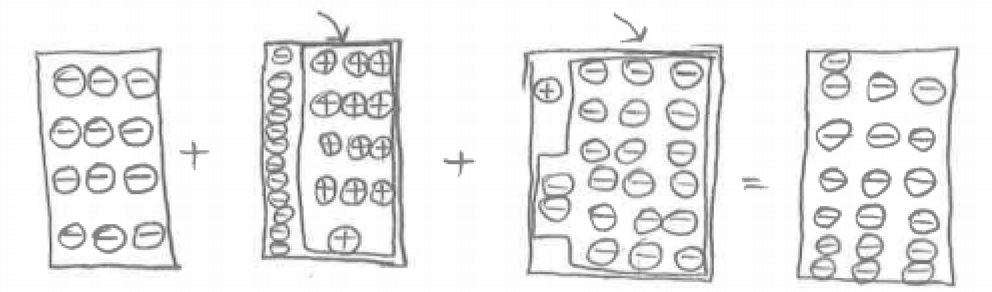

*A: Bu problemi modeller misin?*




Ö3 problemi ilk önce sayı doğrusu ile modellemek istemiş ancak gösterememiştir.

*Ö1: Ama bu işlemlerin hepsini bir model üzerinde gösteremem. En iyisi sayma pullarını yapayım.*

Problemi modellemek için daha sonra, sayma pulu modelini tercih etmiş ancak bu modeli de doğru gösterememiştir.



Ardından, üç toplananı ancak sayma pullarıyla gösterebileceğini düşünerek yukarıdaki gibi model geliştirmiştir.

*A: Ne yaptın, anlatabilir misin?*

*Ö1: Elimizdeki veriler, balık ve balığın denizde inme çıkma seviyesi. Balık önce 12 m alta iniyor. Modellediğimizde 12 eksi bunu gösteriyor. Sonra yukarı çıkmış 13 artı da bunu gösteriyor. Eklediğimizde +1 kalır. Şu an balık deniz seviyesinin 1 m üstünde. 20 m aşağıya indiğinde yani 20 eksi eklediğimizde de -19 kalıyor.*

Öğrenci ilk olarak sayı doğrusu modeli üzerinde toplanan sayıları (12, -13, +20) bütünü ile gösteremediğini ifade ederek tereddüde düştüğünü belirtmiştir.

*A: Sayı doğrusunda göstermede neden zorlandın?*

*Ö1: Şöyle ki; ilk önce sayı doğrusuyla gösterirken bir an tereddüde düştüm.*

*Şimdi 12 ile 13 gösteririm. 20'yi gösterirken zorlandım.*

Ö3, 3. bileşeni (-20), sayı doğrusu modeli üzerinde göstermekte zorluk yaşamıştır.

Öğrenciye ikinci kere bir problem cümlesi verilmiş. Matematik ifade şeklinde yazması istenmiştir.

*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?*

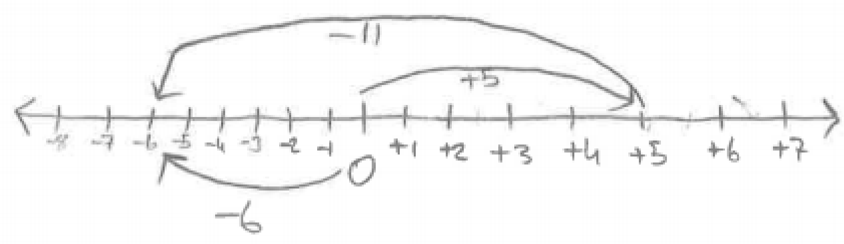
*Ö1:*

$(+5) + (-11) = \underline{\underline{-6}}$

Öğrenci problemdeki durumu toplama şeklinde bir matematik cümleye transfer etmiş ve doğru yanıtı bulmuştur. Modellemesi istendiğinde aşağıdaki şekilde sayı doğrusu modeli ile doğru modellemiştir.

*A: Bu problemi modeller misin?*

*Ö1: Bunu da sayı doğrusu ile gösterebilirim.*




Şu ana kadar sayı doğrusu modeli tercih eden öğrenciye problemin başka bir modelle gösterimi sorulduğunda aşağıdaki şekilde yanıt vermiştir.

*A:Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö1:Başka bir model bilmiyorum.*

Ö1, sayma pulu modeli ve sayı doğrusu modelinden farklı bir model bilmediğini belirtmiştir. Öğrencinin problem ifadelerini sayı doğrusu modeliyle modellemeyi tercih ettiği, sayma pulu modeliyle göstermekte 1. soruda özgün davrandığı görülmektedir. Ayrıca her iki problemdeki durumu toplama işlemi şeklinde transfer ettiği ortaya çıkmıştır.

**4.2.1.1.2. Öğrenci 2 (Ö2) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciden, verilen problem cümlesine uygun matematik ifade yazması ve modellemesi istenmiştir, öğrenci cevapları aşağıdadır.

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir?Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*

Ö2, probleme ilişkin matematiksel ifadeyi doğru bir şekilde yazmıştır. Ö1 gibi, tek bir cümle şeklinde değil parçalayarak ikili işlem şeklinde ifade etmiştir.

$$(-12) + (+13) = +1$$

$$(+1) + (-20) = -19$$

Problemi modellemesi istenen öğrenci, sayma pulları modelinin ismini belirtememiş ve aşağıdaki şekilde modellemiştir.

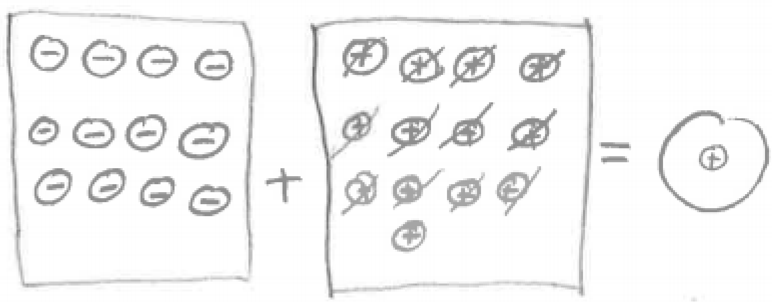
*A: Bu problemi modeller misin?*

*Ö2: Bir kutu içinde + - ler vardı ya.*

*A: Sayma pulları.*

*Ö2: Evet.*

Öğrenci 2, öğrenci 1 gibi sayma pulu modelini “kutu” şeklinde ifade etmiş, tam olarak açıklayamamıştır.



*A: Bu modeli anlatır mısın?*

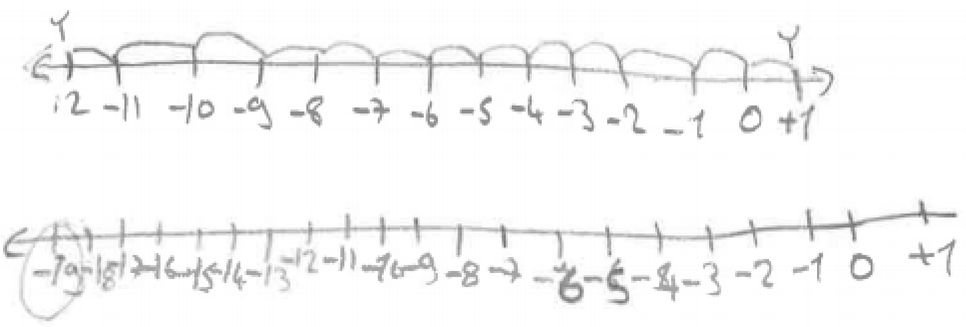
*Ö2: Bu yunus balığı -12’den 13 m çıkmış. +’ lar ekledim. 1 m’ye gelir.*

*20 m daha indiğinde ise -19 m’ye ulaşır.*

Öğrencinin modelinin yeterli ve açıklayıcı olmadığı görülmektedir. Önce -12+13 işleminin sonucu +1 olarak gösterilmiş ancak sonucu gösteren tam sayı, model üzerinde görülmemektedir. Sayı çiftlerinin nötrleşmesi gösterilmemiştir.

*A: Başka bir modelle gösterebilir misin?*

*Ö2: Sayı doğrusu var.*




Öğrenci, toplama işlemi kurgulu problem ifadesin matematik ifadeye doğru yansıtmış ve model olarak ilk olarak sayma pullarını tercih etmiştir. Öğrencinin problem ifadesini, sayma pulu modeline transfer edemediği görülmektedir. Başka bir model olarak sayı doğrusu modeline başvurmuş ancak işlemde gösterdiği gibi ikili olarak göstermeyi denemiştir. İşlemin sonucunu tam sayı ifadesi olarak sayı doğrusu modelinde belirtmiş ancak işlem olarak gösterememiştir. İlk sayı doğrusunda -12+13 işlemini tek tek +1'e doğru sayarak ikinci sayı doğrusu modelinde ise +1-20 işlemini modellemek istemiştir. Ancak işlemin doğru bir modelleme yoluyla gösterimi söz konusu değildir.

Öğrenciye ikinci kere bir problem cümlesi verilmiş. Matematik ifade şeklinde yazması istenmiştir.

Öğrenci matematik cümleyi toplama işlemi şeklinde kurmuştur.

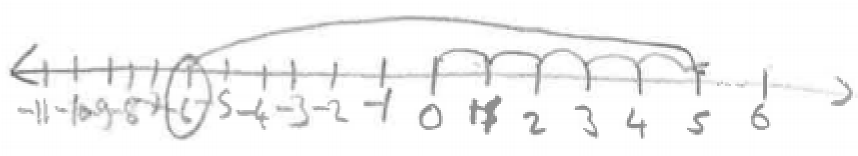
*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?*

$$(+5)+(-11)=-6$$

Ö2, problemdeki durumu toplama şeklinde bir matematik cümleye transfer etmiş ve doğru yanıtı bulmuştur. Modellemesi istendiğinde aşağıdaki şekilde sayı doğrusu modeli ile doğru modellemiştir.

*A: Bu problemi modeller misin?*

*Ö2: Yine sayı doğrusuyla gösteririm.*



Ö2 de Ö1 gibi, çıkarma işlemi kurgulu problemi toplama işlemi şeklinde olarak ifade etmiştir. Yine sayı doğrusu modeli üzerinde işlemin gösteriminden ziyâde tam sayı sonuçları belirtilmiştir.

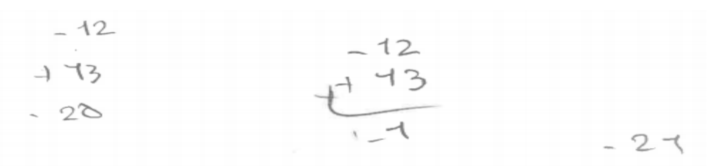
**4.2.1.1.3. Öğrenci 3 (Ö3) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciden, verilen problem cümlesine uygun matematik ifade yazması ve modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdadır.

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir? Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*

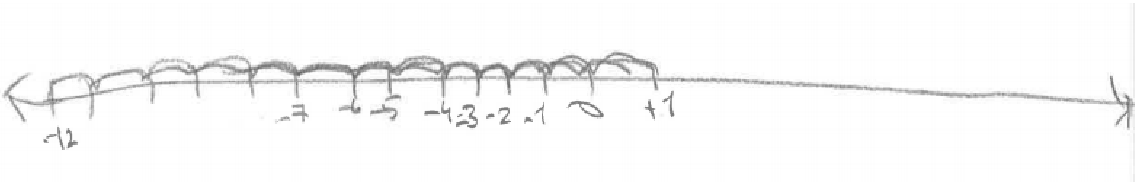
Problemin matematik ifadesi sorulduğunda öğrenci ilk olarak modellemek ihtiyacı hissetmiş ve sayı doğrusu modeline meyletmiştir. Ardından düşünerek verilen tam sayıları yazmış, işlem yapmış ancak doğru sonuca ulaşamamıştır.

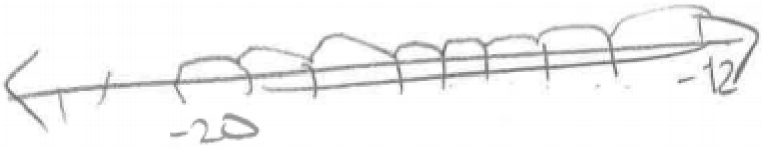
*Ö3: Hocam önce ben bunu sayı doğrusunda gösteririm…Yok şöyle yapayım, şimdi hocam 12 m altındaymış, -12 m oluyor. Iı ondan sonra yukarı çıkıyor 13 m. Sonra da 20 m aşağıya dalıyormuş. Bu da -20 oluyor. Şimdi hocam önce eksileri mi toplayalım. Yooo bununla bunu bir şey yapalım.-12 bir de +13. Şimdi 12 lira vereceğim var 13 lira da alacağım var. -1 Lira kalıyor bana hocam -20 de inmiş. O zaman -21 olmuyor mu hocam?*



Ö3, deniz seviyesi kurgulu problemi borç-alacak tipi bir durum ile açıklamaya çalışmış, başarılı olamamıştır.

*Ö3:Ben en iyisi bunu sayı doğrusunda gösterebilirim.*




Ö3, problemin ilk aşamasını matematik ifade ile doğru göstermiş ancak, ikinci aşamasını ifade edememiştir. Direkt sonucu tam sayı ile yazmış ancak doğru sonuca ulaşamamıştır. Model ile gösterdiğinde emin hissedeceğini düşünen öğrenci yukarıdaki aşağıdaki gibi bir model kurmuş tek tek ileriye ve geriye sayma işlemlerini model üzerinde yapmak istemiştir. Buradan da, öğrencinin pratik işlem becerisinin olmadığı, parmak hesabı alışkanlığının devam ettiği anlaşılmaktadır.

*Ö3: Burada+1'den geriye sayacağız tekrar. -20 olmuyor mu ya.*

*A: Bu sefer de -20 mi çıktı? İkinci bir sayı doğrusu daha çizdin.*

*Ö3: Evet hocam, yetişmedi sayılar. -12 'den bir daha gittim.*

*A: İlk yaptığında -12 ile +13 'ü topladığında -1 buldun. Burada +1 çıktı.*

*Ö3: Evet, başta -1'di. Orada -1 buldum ama cevap +1 olacakmış.*

*A: Peki, bu problemin sonucu nedir?*

*Ö3: -20.*

Öğrenciden problemi matematik ifade ile göstermesi istendiğinde ilk olarak modele başvurma ihtiyacı hissetmiş sonra açıklayarak işlemi yapmak istemiştir. Doğru sonuca ulaşamayan öğrenci yaptığından emin olmayarak sayı doğrusu modeli ile göstererek emin olmak istemiştir. Bu durum, modellerin, işlem ve problem çözümlerini sağlama noktasında başvurulabilecek bir güven aracı ya da anlaşılmasını sağlayan bir somut nesne olarak işlevsel olduklarını göstermektedir. Ö3 de Ö2 gibi, iki tane sayı doğrusu çizmiş ve problemi bütüncül değerlendirememiştir. Problemdeki verileri tek bir modele sığdıramadığını söylemiş ve yanlış modellemiştir.

Ö3, sayma pulu modelinden haberdardır ancak bu modelle gösterememiştir.

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö3: Hocam pulla modelleme miydi?(Modelin ismini hatırlayamadı)*

*A: Evet.*

*Ö3:Ben bunu gösteremem hocam. Bilmiyorum nasıl göstereceğiz.*

Öğrenciye ikinci bir problem cümlesi verilerek matematik ifadesi yazması istendiğinde sonucun nasıl bulunacağıyla ilgili bir açıklama getirmeye çalışmış ancak matematik ifadeyi yanlış şekilde yazmıştır.

*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir? Matematik ifade şeklide yazınız.*

*Ö3:*

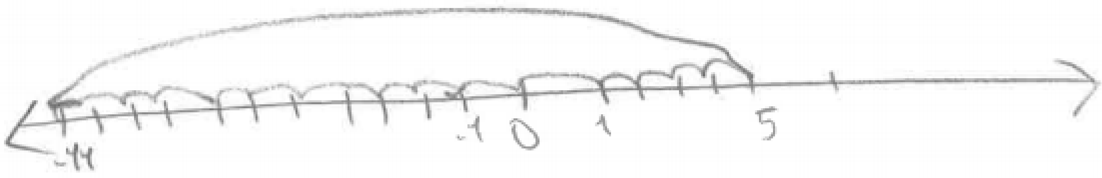

*Ö3: Iı, 5'miş. 11'den 5 çıkarınca… Kaç kalıyor… -6. Yani 6 lira borcu oluyor.*

*A: Nasıl yaptın?*

*Ö3: 11 ile 5'i yazdım. Büyük olanın işaretini de yazdım. Cevap – 6 oldu.*

Ö3, işlemi ezbere bir kural ile yaparak açıklayamamış ve mâkul bir şekilde anlatamamıştır. En son büyük olanın işaretini yazarak doğru yanıtı bulmuştur ancak modelleme kısmında öğrencinin problemi ve işlemi anlamlandıramadığı ortaya çıkmıştır.

*A: Bu problemi modeller misin?*

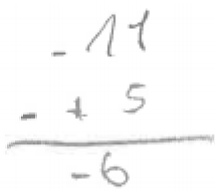



*Ö3: Eee 16 oldu bunda. Aslında bu işlemle daha kolay.11'den 5'i çıkarınca 6 kalıyor. Büyüğün işaret de – olunca direkt- yazıyoruz.*

Öğrenci, problemi modellerken sayı doğrusu modelini tercih etmiş ancak yanlış modellemiştir. Öğrenci sonucu -16 olarak bulmuştur. Bu sonucu, işlemde bulduğu sonuçla teyit edememiştir.

Öğrenciye -5-11 çıkarma işlemi sorulduğunda ise yine -6 bulmuş ve işlemi 5-11 çıkarma işlemini açıkladığı şekilde yapmıştır.

*A: Peki -5- 11 i nasıl yaparsın?*




*Ö3: Bundan bunu çıkarırım normal sayı gibi. Bundan bunu çıkarınca 6 kalıyor. En büyük sayının işaretini de koyarım Yine -6 bulurum.*

*A: Az önceki işlemle bir farkı yok mu bunun?*

*Ö3: Burda… Ha bu 16 olacak… Yoo …Baştaki -6 olacak da bu -16 da olabilir. Tam emin değilim şu an…*

*A: Bu işlemden ne anlıyorsun?*

*Ö3: Hocam -5TL borcum varmış 11 TL daha borcum oluyor. 16 lira borcum oluyor. Böyle mantıklı oluyor ama.-16 yani.*

Soruya ilişkin muhtemel cevapları veren öğrenci, cevabından emin olamamıştır. Görüşme ile ne anladığı sorulduktan sonra -16 yanıtını verebilmiştir. Öğrencinin çıkarma işleminde sorun yaşadığı görülmektedir.

Öğrenciye başka bir model ile gösterimi sorulmuş ancak başka bir model ile gösterememiştir.

*A: Başka bir modelle daha gösterebilir misin?*

*Ö3: Yok hocam, bu daha kolayıma gidiyor. Ama bazen yapamıyorum bunu da.*

Bu bulgular ışığında, genellikle öğrencilerin, problemi matematiksel ifade ederken ikili toplama şeklinde gösterdikleri görülmüştür. Tam sayıları parantez kullanarak yazmışlardır. Genellikle öğrencilerin sonuca ulaştığı problemi anlayarak işleme transfer edebildiği görülmüştür.

Yine genel olarak kontrol grubu öğrencilerinin, modelleme boyutunda ilk olarak sayı doğrusunu tercih ettikleri görülmüştür. Alternatif bir model sorulduğunda ise sayma pulları modeline başvurdukları ancak sayma pulu modelinin adını doğru ifade edememişlerdir. Öğrencilerin sayma pulu modeli algısının ve gösteriminin farklı farklı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin, alternatif model tercihlerinin olmayışından, sayı doğrusu modelinden hariç bir model ile ders işlemedikleri anlaşılmaktadır.

#### 4.2.1.2. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematik İfadeyi Problem Cümlesi ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

##### 4.2.1.2.1. Öğrenci 1 (Ö1) İle Yapılan Görüşme

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

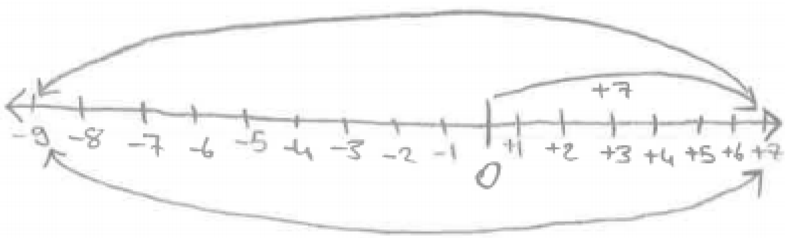
*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

*Ö1: İlk akla gelen para problemi oluyor.*

3-) Ahmet günde 7 TL harçlık almaktadır. Fakat gün sonunda kan-
tine 9 TL borcu olduğunu hatırlıyor. Ahmet 1 gün boyunca
kaç TL harcamıştır?

Ö1, problem cümlesinde matematik ifadede yer alan sayıları kullanmış, sayılara karşılık gelen kavramları kullanmış ancak soru kökünü doğru yazamamıştır. "Kaç tl harcamıştır" ifadesi işlemin sonucunu bulmaya yönelik değildir.

*A: Bu toplama işlemini modeller misin?*

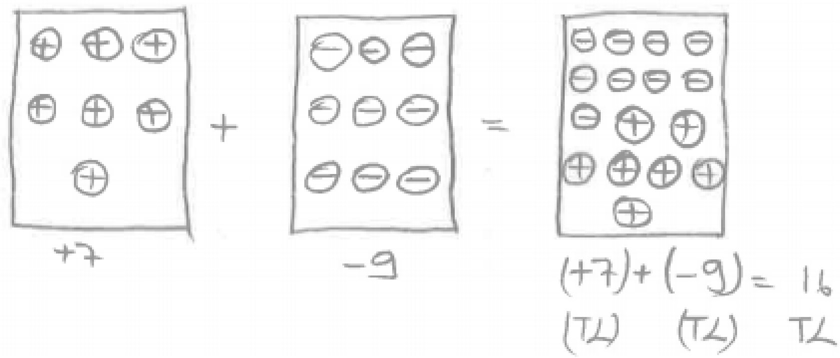



Öğrenci matematik cümleye ait sayı doğrusu modelini kurmuş ve yanlış göstermiştir. Öğrenci işlemin sonucunu model üzerinde gösterip gösterilmeyeceğini sorarak mütereddit davranmış ve model üzerinde sonucu 7 bulmuştur.

Öğrenciye matematik ifadeye göre başka bir modelle gösterimi sorulmuştur:

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö1: Sayma pulları ile. Şimdi bir de şöyle bir şey var. Bunları matematiksel düşündüğümüzde farklı, modelde farklı. Matematiksel modellediğimizde cevap -2 kalıyor. Ama biz toplam kaç harcadığını bulacağımız için hani bunları sayı şeklinde düşünüp 16 TL harcadı diye göstereceğim. Buna matematik olarak baktığımızda cevap -2 oluyor ya. Şimdi ben bunun sonucunu artı eksi diye düşünmeden o şekilde yapacağım.*




Öğrenci, işlemi farklı bir model olarak sayma pullarıyla göstermiştir. Ancak işlemin cevabının matematik ifadede ve model üzerinde farklı çıkabileceğini düşünmektedir.

*A: 16 TL mi harcanmış?*

*Ö1: Evet.*

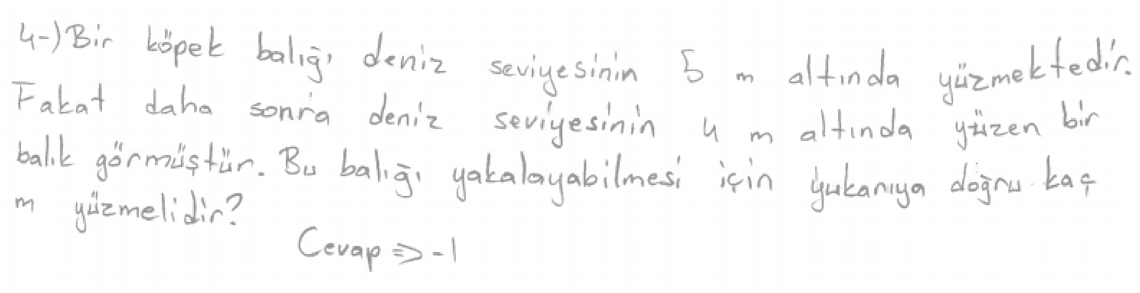
*A: İşlemin sonucu kaç?*

*Ö1: -2. Modeli bu şekilde.*

Öğrenci verilen toplama işlemi şeklindeki matematik ifadeye göre doğru bir borç-alacak tipi bir problem tasarlamıştır. Modellerken ilk olarak sayı doğrusu modeliyle göstermiş ancak doğru model kuramamıştır. İşlemin sonucu ilk model üzerinde 7 iken ikinci olarak kurduğu sayma pulu modelinde ise sonuç 16 olarak görülmektedir. Ö1'e, işlemin sonucu tekrar sorulduğunda -2 (doğru) olarak cevap verirken her iki model için farklı iki sonuç ortaya çıkarmıştır. Bu durum, öğrencinin, modele transfer ederken bulduğu çelişkili sonucu açıklayamadığından işlem ve problemi anlamlandıramadığını göstermektedir.

Ö1'e bu defa çıkarma işlemi şeklinde bir matematik ifade verilerek, işlemin problem ifadesi sorulmuştur. Deniz seviyesi kurgulu bir problem yazdığı görülmüştür.

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*



4-)Bir köpek balığı deniz seviyesinin 5 m altında yüzmektedir. Fakat daha sonra deniz seviyesinin 4 m altında yüzen bir balık görmüştür. Bu balığı yakalayabilmesi için yukarıya doğru kaç m yüzmelidir?

Cevap => -1

Öğrenci verilen çıkarma işlemini çok farklı şekilde algılamış ve şöyle açıklamıştır:

*Ö1: Hani burada köpek balığı denizin 5m altındadır. Balık da 4m altındaymış. Köpek balığının balığı yakalayabilmesi için kendinin bulunduğu noktadan balığın bulunduğu noktaya çıkarmamız gerekir. Böylece kaç m yukarıya doğru yüzmesi gerektiğini hani ona ulaşmak için kaç m gitmesi gerektiğini buluruz.*

*A: Anladım. O zaman bu probleme göre köpek balığı yukarı çıkması gerekiyor.*

*Ö1: Evet.*

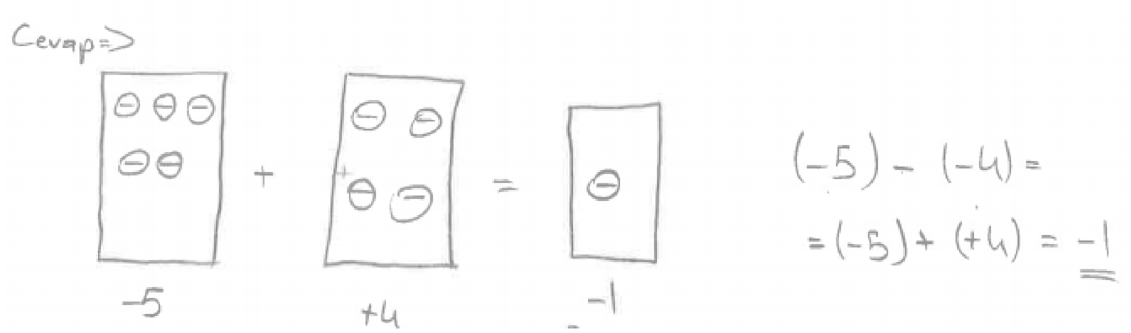
*A: Kaç m yukarı çıkması gerekir?*

*Ö1: 1m. Ama deniz seviyesinin altında 1m yukarı çıkması -1'dir yani. Cevabımız -1 oluyor o yüzden.*

Ö1, çıkarma işlemi şeklindeki matematik ifadenin problemini deniz seviyesi kurgulu bir problem şeklinde tasarlamıştır. Ancak problem, verilen matematik ifadeye uygun bir problem şeklinde değildir. Öğrenci verilen -5-4 işlemini -5+4 olarak düşünmüş ve ona göre bir problem kurgulamıştır. Öğrenci, 0 (sıfır)'ın altında (deniz seviyesinin altında) yukarı çıkma eyleminin -1 ile ifade edildiğini düşünmektedir. Öğrenci işleme dönük bir problem yazamadığı gibi işlemin sonucu doğru bulamamıştır.

Daha sonra öğrenci, -5-4 işlemini modellerken sayma pullarını tercih etmiş ve tekrar -1 bulmuştur.

*A: Bu çıkarma işlemini modeller misin?*




*Ö1: Şimdi çıkarma işlemi verdiniz fakat normalde bunun cevabı -1 oluyor. Hani bizim bu -1 cevabını bulabilmemiz için toplama işlemi olması lazım. Bir dakika… Ay pardon… Ben niye öyle düşündüm ya. Eksi eksi gelince artıya çevriliyor.*

Öğrencinin işlemdeki eksilerin işlevini işleme mi yoksa sayıya mı ait olduğunu bilmediği anlaşılmaktadır.

*A: Soru -5-4 şeklinde.*

*Ö1: Evet ama iki tane eksi yan yana gelince artıya çevirdiğimizden dolayı. O şekilde. O yüzden. -5-4 olduğunda tam sayılarda eksi olmaması gerekiyor. Onun için de biz bu eksiyi artıya çevireceğimizde biz bir kural öğrenmiştik. İki eksi yan yana geldiğinde bunları artıya çeviriyoruz.*

*A: 5'in eksisi ile ortadaki eksi için de mi geçerli?*

*Ö1: O şekilde değil. İşlemin eksisi ve sayının eksisi yan yana geldiğinde. İşlemin eksisinden önceki sayının eksisi bizi ilgilendirmiyor.*

*A: O zaman sen 4'ün işaretinin eksi olduğunu düşünüyorsun.*

*Ö1: Evet. Ama işlem olarak bu artıya çevriliyor hesaplayabilmemiz için.*

-5-4 işleminden ne anladığı sorulan öğrenci, -5 tam sayısından -4 tam sayısının çıkarıldığı yanıtı alınmıştır.

*A: -5-4 işleminden ne anlıyorsun?*

*Ö1: Şimdi, -5 ile -4 0'ın altında iki negatif sayı. Matematiksel olarak baktığımızda -5 ve -4' ün arasındaki işlem de çıkarma işlemi oluyor. Çıkarma olduğundan dolayı,* *işlemin eksisinden sonra gelen negatif sayının eksisi yanyana geldiğinde biz bunları artıya çeviriyoruz. Çünkü tam sayılarda çıkarma işlemi olmuyor. Bizim illa ki artıya çevirmemiz lazım. Zaten önceki de bizi ilgilendirmediği için -5+(+4) oluyor.*

*A: Sen bunu kural ile açıkladın. Peki bunu anlamlandıralım. Yani bu işlem ne anlatıyor.-5 sayısından 4 çıkarmak ne demektir?*

*Ö1: Aslına bakılırsa öyle gözüküyor. Şimdi şöyle ki, bu işlemi hiç bilmeyen biri baktığında önce bu eksiyi işlemin eksisi sanar. Hani sanabilir daha doğrusu.*

*A: Öyle değil midir?*

*Ö1: Ya hem işlemin eksisi hem de bizim sayımızın negatif işareti oluyor.*

*A: 4'ün eksisi de mi var burada yani?*

*Ö1: Yazılmamış ama parantez olmadığında hem işlemin hem sayının eksisi yerine geçer.Mesela bir köpek balığı deniz seviyesinin 5m altında yüzüyor. Denizin 4m altında da bir balık yüzüyor. Şimdi bu köpek balığı balığı avlayabilmesi için kaç m gitmesi gerekiyor? Şimdi bu en son gittiği yer de denizin kaç m altında diye sorduğumuzda denizin 1 m altı oluyor?*

*A: Bu eksi işlemin mi sayının mı eksisi?*

*Ö1: İkisinin de. Yani parantezle yazılmadığı için.*

*A: Sen parantezle yazsan nasıl yazarsın?*

*Ö1: -5- (-4) bu aslında. Ama sonuç değişmez bu -5+(+4) olur yine -1 çıkar sonuç.*

*A: -5+(-4) işleminin sonucu nedir?*

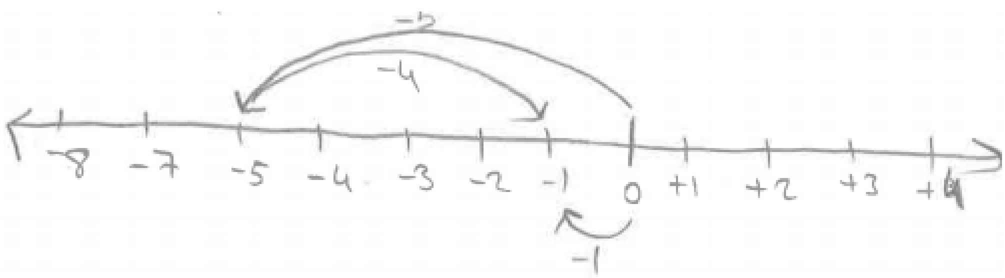
*Ö1: -9'dur. O zaman daha farklı bir şey oluyor. Daha farklı bir problem yazılır buna göre. O zaman balık, denizin 4 m altında değil de köpek balığının 4 m altında yüzmüş olur. Balık denizin kaç m altında yüzüyor diye sorduğumuzda -5 ile -4'ü toplarız. -9 yapar.*

*A: -5-4'ün cevabı 1'mi?*

*Ö1: Bu soruyu çıkarma işleminden ele aldığımız için -1 doğru.*

Öğrenci çıkarma işleminde parantez kullanılmadığında sorun yaşamakta ve işaretlerin ortak kullanıldığını zannetmektedir. Öğrenci, çıkarma işleminin toplama işlemi versiyonu (-5+-4) sorulduğunda doğru yapmış ancak çıkarma işleminin (-5-4) sonucunu yanlış bulmuştur. Bir çıkarma işleminin eksisini tam sayının da eksi işareti yerine sayarak işlem yapınca yanlış sonuç bulmaktadır.

*A: Bu çıkarma işlemini modeller misin?*



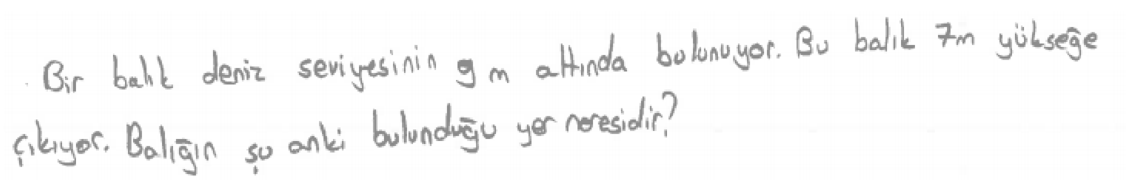

Burada, öğrencinin -5-4 işlemini doğru anlamadığı, -5-(-4) olarak yorumladığı görülmektedir. -5-(-4) işlemini ise toplama işlemine dönüştürerek -5+4 işlem üzerinden problem tasarladığı ve buna göre bir model oluşturduğu görülmektedir.

Matematik ifadede verilen çıkarma işleminin eksisini tam sayının da eksisinin var kılacağını düşünen öğrenciye bu defa -5+(-4) işlemi sorulduğunda doğru yanıtlamıştır. İşlemleri parantezle ifade ederken veya toplama işlemi sorulduğunda sorun yaşamayan öğrencinin çıkarma işlemini parantezsiz iken doğru yapamadığı görülmektedir.

**4.2.1.2.2. Öğrenci 2 (Ö2) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve matematik ifadeyi modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir.

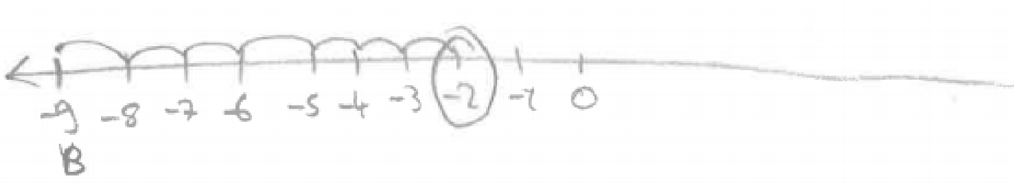
*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?*



Öğrenciye toplama işlemi şeklindeki matematik ifadenin problem ifadesi sorulduğunda deniz seviyesi kurgulu bir problem tercih ettiği görülmüştür.

Öğrenciden toplama işlemini modellemesi istenmiş, öğrenci aşağıdaki şekilde çizmiştir.

*A: Toplama işlemini modeller misin?*




Öğrenci, verilen toplama işlemi şeklindeki matematik ifadeyi deniz seviyesine uygun bir probleme transfer etmiştir. Sayı doğrusu modelini tercih eden öğrenci işlem üzerinde yüzeysel bir gösterim yapmış ve sadece sonucu göstermiştir.

Öğrenciye çıkarma işlemi şeklindeki matematik ifadenin problem cümlesi yazması istenmiş, öğrencinin yine deniz seviyesi kurgulu bir problem yazdığı görülmüştür.

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

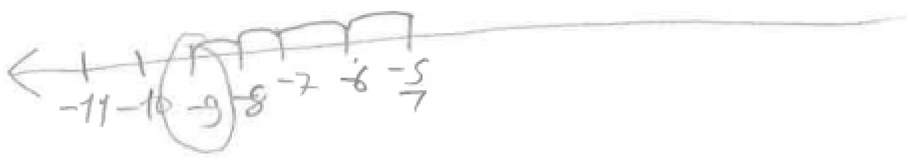
Bir balık -5 noktasında bulunuyor. 4 m daha geriye gidiyor. Balığın bulunduğu yer neresidir?

Balığın başlangıç konumunu -5 olarak belirleyen öğrenci “4 m daha geriye” ifadesi ile “4 m daha aşağıya” ifadesini anlatmak istemiştir. Çıkarma işleminin sonucunu doğru bulmuştur. Model olarak sayı doğrusu modeli tercih etmiştir.

*A: Bu çıkarma işlemini modeller misin?*

$$(-5)-(+4)=(-5)+(-4)=-9$$

(Önce işlem ile gösterdi.)




*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö2: Bilmiyorum.*

Öğrenci çıkarma işlemi şeklinde verilen matematik ifadeyi, bir çıkarma işlemi olduğu çıkarımına vararak uygun bir problem tasarlamıştır. Ancak modellemesi istendiğinde ise önce işlemin sonucunu hesaplamış ve ilk sorudaki gibi işlemi modellemekten ziyâde tam sayı sonucunu model üzerinde göstermiştir. Öğrenci, diğer öğrenciler gibi modellemenin bir süreç olduğunun farkında olmayıp sonucu model üzerinde göstermenin bir modelleme olduğunu düşünmektedirler.

**4.2.1.2.3. Öğrenci 3 (Ö3) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir.

*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

Semih'in 9 ₺ borcu vardır Ayrıyetten 7 ₺ alacağı vardır.
Semih'in toplam kaç ₺ kalır?

Öğrenciye toplama işlemi şeklindeki matematik ifadenin problem ifadesi sorulduğunda borç-alacak tipi bir problem tasarlamıştır.

*A: Bu toplama işlemini modeller misin?*


Matematik ifadeye göre ilk olarak sayı doğrusu modeli çizmiş ancak tamamlayamamıştır.

*Ö3: Ben bunu sayı doğrusunda gösteremem de böyle verdiğiniz gibi yazıp yaparım. Böyle yani.*

$$-9+7=-2$$

*Ö3: Sayı doğrusuyla karıştırıyorum da…*

Öğrenci, verilen toplama işlemi şeklindeki matematik ifadeyi borç-alacak tipi bir problemle ifade etmeyi tercih etmiştir. Modelleme ile ilgili olarak sayı doğrusu modelini tercih etmiş ancak işlemi model üzerinde gösterememiştir. Toplama işleminin sonucunu doğru yazmıştır.

Buradan anlaşılmaktadır ki; verilen matematik ifadeyi doğru sonuçlandıran öğrenci, model transferi konusunda yetersizdir.

Öğrenci, bu defa çıkarma işlemi şeklindeki bir matematik ifade için borç-alacak tipi bir problem yazmıştır.

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

$$-5 -_{+}4 = -1$$

*(önce işlem yaptı)*

*Ö3: Önce 5TL bakkala borcu vardır. Şöyle yazayım.*

Ayça'nın bakkala 5 ₺ borcu vardır. Mehmet'in bakkala 4 ₺ borcu vardır. İki Kardeşin toplam kaç ₺ borcu vardır?

Öğrenci, problemin cevabını şu şekilde açıklamıştır.

*A: Bu probleme göre cevap nedir?*

*Ö3: -5+ -4 yani -1 olmuyor mu?.. Ama toplam dedim. Bu çıkarma. O zaman nasıl diyeceğiz…Toplam demeden olmuyor. Nasıl olacak ki, toplam yerine ne desek? -5'in içinden 4'ü çıkarıyoruz. Evet. Yok -4'ü çıkarıyoruz. Yok pardon, önünde işaret yoksa +4'ü çıkarıyoruz, doğru. O zaman 5'ten 4'ü çıkarıyoruz. Büyüğün işaretini koyuyoruz. -1 oluyor. Ben şu ifadeye takıldım. "İki kardeşin toplam borcu" demezsek ne demeli? Onu anlayamadım.*

*A: Senin problemine göre Ayça'nın 5TL borcu varmış. Kardeşinin de 4TL borcu varmış. Bu borçlar toplanmamış kaç TL borç olmuş?*

*Ö3: 9. Yani -9. Öyle düşününce 9 lira borçları oluyor. Bu sefer probleme göre -9 işleme göre -1 çıkıyor ama.*

*A: Bunun cevabı nedir?*

*Ö3: Bilmiyorum. Kararsız kaldım ama -1 oluyor galiba...*

*A: -5+ (-4) işleminin cevabı nedir?*

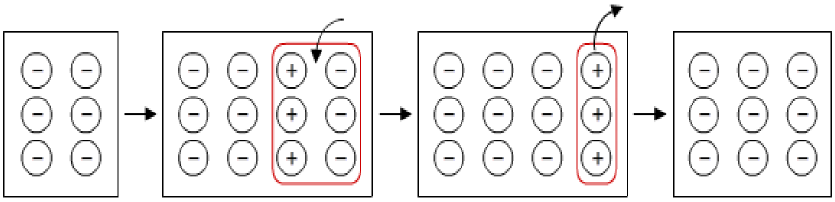
*Ö3: Bu kesin -9 oluyor. Ama şununki -1 oluyor.*

Ö3, verilen çıkarma işlemi şeklindeki matematik ifadeye uygun problem tasarlanması istendiğinde önce işlemin sonucunu bulmak istemiştir. Ancak işlemin sonucunu -1 bulmuştur. Problemi tasarlarken toplama işlemi şeklinde kurgularken hata yaptığını düşünmüştür. Öğrenci, işlemde -5 tam sayısından 4 tam sayısı çıkarılırken kurguladığı problemde -5 sayısına ilave edilen bir tam sayı onu düşündürmüştür. İşlemin neticesi olarak -1 düşünürken problemin cevabı olarak -9 bulmuştur. Çelişkiye düşen öğrencinin tam sayılarla çıkarma işlemini doğru transfer edemediği görülmektedir. Problemde kullandığı "toplam" ifadesinin çıkarma işlemi şeklindeki matematik ifadenin tabiatına aykırı olduğunu farkındadır.

### 4.2.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Verilen Modelleri Matematik İfade ve Problem Cümlesi Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

#### 4.2.1.3.1. Öğrenci 1 (Ö1) ile Yapılan Görüşme

Öğrencinin verilen sayma pulu modeline ait problem ve matematik ifadeleri aşağıdaki gibidir:



*A: Modele uygun bir problem yazar mısın?*

$(-6)+(-3) = (-9)$

Markete 6 TL borcu olan Ayşe daha sonrasında 3 TL daha borcu artıyor. Ayşenin şu anki durumta kaç TL borcu vardır?

*A: Burada toplama işlemi mi çıkarma işlemi mi var?*

*Ö1: Burada toplama işlem var. Çünkü –6‘dan -9’a döndüğüne göre hiç bilmeyen biri de bunun toplama işlemi olduğu hakkında fikir yürütebilir. Önce eklemiş fakat daha sonra artıyı çıkarmış. Hani burada artı 3’ü hiç saymadım çünkü eklemiş ve çıkarmış. Direkt -9 kalıyor bize.Burada +3 – 3’ü götürür. Sıfır olur zaten.*

*A: Niye eklemişler +3 ve -3’ü buraya?*

*Ö1: Bunu nasıl açıklayacağımı bilmiyorum.*

Öğrenci, modeldeki durumun toplama işlemi olduğunu düşünerek ona göre problem tasarlamış ve matematik ifade yazmıştır. Öğrenci sayı çiftlerinin neden eklendiği hakkında fikir yürütememiştir.

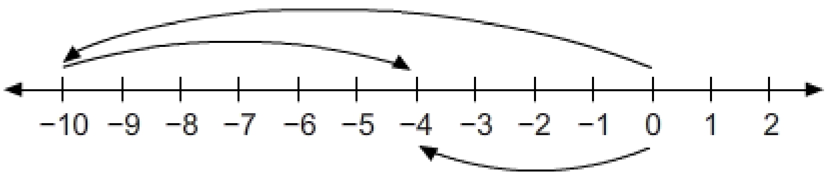
Modeldeki durumun farklı bir modellemesi istenmiş, öğrenci aşağıdaki şekilde yanıtlamıştır:

*A: Başka bir modelle daha gösterebilir misin?*

*Ö1: Aklıma sadece iki model geliyor. Bunları biliyorum. Sayı doğrusuyla gösterebiliriz ama bu sefer artıları hiç ele almadan. Yoksa yapamam.*

Çıkarma işlemi şeklindeki modele uygun problem yazması istenen öğrenci ilkin matematik ifade şeklinde göstermiş ardından problem tasarlamıştır. Problem borç-alacak tipindedir. Toplama işlemi olduğundan emin olan öğrencinin modeli açıklayamadığı görülmektedir. Modeli anlamlandıramayan ancak sonuca göre problem tasarlayan öğrencinin farklı bir model ile ifade edemediğinden model transfer becerisi yeterli düzeyde değildir.

Öğrenci, ikinci olarak verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:




*A: Bu modele uygun bir problem kurar mısın?*

Nur'un arkadaşına 10 TL borcu vardır. Daha sonra borcunun 6 TL'sini ödediğine göre arkadaşına kaç TL borcu kalmıştır?

*A: Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?*

$$(-10)+(+6)=\underline{\underline{-4}}$$

Öğrenci, problemi borç-alacak tipine göre doğru kurgulamış, kurduğu matematik ifadeyi problemdeki durum sırasına göre yazmıştır.

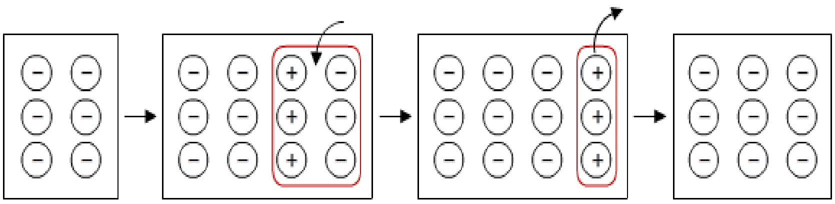
*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö1: Yine sayı doğrusu ile gösteririm. Aynısını.*

Modele uygun bir problem olarak borç alacak tipi bir problem tercih eden öğrenci işlem ile ifade ederken parantezleri kullanmayı ihmal etmemiştir. Farklı bir model ile ifade edemeyen öğrencinin toplama işlemini çıkarma işlemine göre daha iyi açıkladığı görülmüştür.

#### 4.2.1.3.2. Öğrenci 2 (Ö2) ile Yapılan Görüşme

Öğrenci, verilen sayma pulu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:



*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

*Ö2: Bunu yapamam. Sonuca göre belki yaparım.*

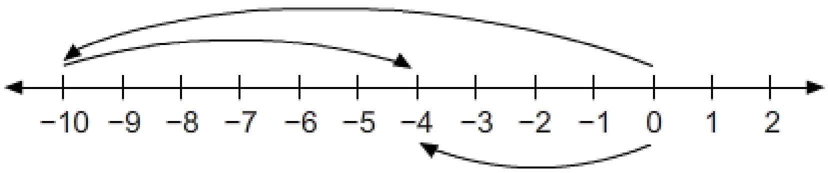
$$(-6)+(-3)=-9$$

*(Önce işlem ile İfade etti)*

Bir bakkala 6TL borcum var. 3TL daha borç yaptım. Kaç TL borcum oldu?

Ö2, ilk olarak problem yazamayacağını, sonuca göre yazabileceğini ifade etmiştir. Ö2, modeldeki durumu toplama işlemi şeklinde yorumlamış, borç-alacak tipi bir problem yazmıştır.

Öğrenci, verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:




*A:* Bu modele uygun problem yazabilir misin?

(-10+(+6)

Bir bakkala 10 TL borcum var. 6 TL borcumu ödedim kaç TL borcum kaldı?

*(Önce işlem yaptı silik.)*

Öğrenci ilk olarak işlem yazmak ihtiyacı hissetmiş ardından problem yazmıştır.

*A: Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?*

$$(-10)+(+6)=-4$$

*A: Bu bir toplama işlemi mi?*

*Ö2: Evet.*

*A: Modeldeki de durum da mı bir toplama işlemi?*

*Ö2: Hayır, değil. Çıkarma işlemi… Çıkarma gibi.*

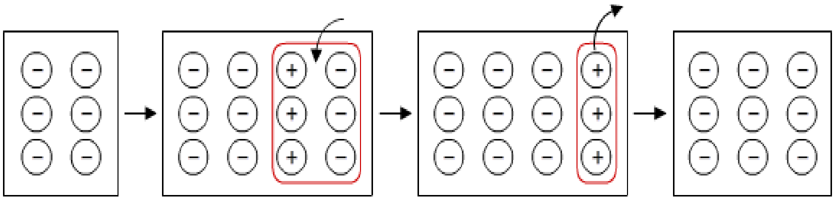
*A: Hangi sayıdan hangi sayı çıkarılmış sayı doğrusunda?*

*Ö2: -10'dan +6'yı çıkarmış. Emin değilim.*

Öğrenciye sorulan sorularda, modeldeki durumu toplama işlemi gösteriminden emin olmadığı görülmüştür. Ö2, -10'dan +6 çıkarıldığını düşündüğünden dolayı, yazdığı matematik ifadenin ve problem cümlesinin bilinçli oluşturulmadığı anlaşılmıştır. Öğrencinin, model okuma becerisinin yetersiz olduğu görülmüştür.

**4.2.1.3.3. Öğrenci 3 ile Yapılan Görüşme**

Verilen sayma pulu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye transferi istenen öğrencinin açıklaması şu şekildedir:



*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

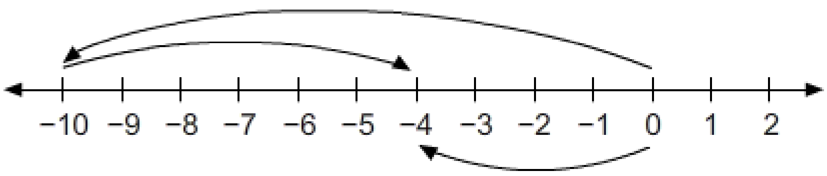
*Ö2: Şahsen bu modelden hiç bir şey anlamıyorum. Burdan alıyor mu veriyor mu, napıyor bilmiyorum. Burda sadece -6 görüyorum o kadar.*

*A: Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?*

*Ö2: -6'dan +6'yı m çıkarmış. Galiba. Bilmiyorum ki. Yok hocam hiç bir şey anlamıyorum ben bundan.*

Öğrenciyle yapılan görüşmede, verilen modelden anlam çıkaramadığı ve modeli işleme dökemediği görülmüştür. Öğrenci sadece eksilen sayıyı yani -6'yı görebildiğini söylemiş işlemi ifade edememiştir. Toplama ve çıkarma işlemi olduğuna karar veremeyen öğrenci problem ifadesi de yazamamıştır.

Öğrenci, aşağıda verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:




*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

Bir Karınca yerin 4m altına iner. Daha sonra 10m altına daha iner. Bu karıncanın konumu nedir?

*A: Cevabı nedir?*

$$-4 \ -10 = -14$$

*Ö2: -14.*

*A: Sayı doğrusunda nihai sayı -10 ama.*

*Ö2: Şekilde nereden nereye gitmiş karınca ne olmuş anlamadım. -4'ten -10'a gitmiş galiba.*

*A: Karınca inmiş mi çıkmış mı?*

*Ö2: Karınca inmiş galiba burda ama ben bu okların hangi işlemleri gösterdiğini anlayamıyorum.*

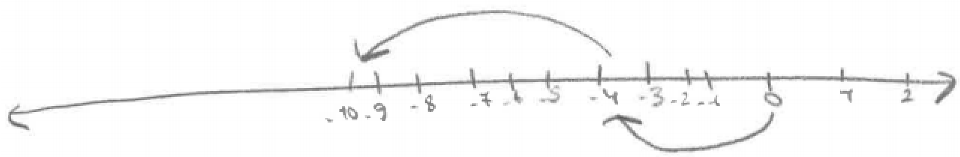
*A: Okun sağa doğru gösterilmesi hangi işlem olabilir?*

*Ö2: Eksi olmuyor mu sağ. Yukarıya toplama, Aşağıya eksi oluyor. Çok karışık.*

Öğrenci, temel sayı doğrusu bilgisine sahip değildir çünkü okların hangi işlemleri temsil ettiğini açıklayamamıştır.

*Ö2: Cevap -14 işte.*

*A: Başka bir modelle daha gösterir misin?*



Öğrencinin, farklı bir model olarak yine sayı doğrusu modeli tercih etmesi farklı bir model ortaya koyamaması göze çarpmaktadır.

*Ö2: Ben oku bu yöne koyarım.*

*A: Senin karınca da -10'a geldi en son.*

*Ö2: Ha evet.*

*A: -14'ü göstermedin modelde.*

*Ö2: Burada ne yapacağımı bilmiyorum. Modele gösterebilmek için işlemi önce doğru anlamak gerekiyor…*

Öğrenci sayı doğrusu modeline uygun problem yazamamış ancak kurduğu probleme uygun bir matematik ifade yazmıştır. Bu da öğrencinin modelde anlatılan ifadeyi anlamlandıramadığını göstermektedir. Toplama işlemi şeklinde olması gereken kurgunun çıkarma işlemi şeklinde olmasıyla birlikte tam sayıların yanlış yazıldığı göze çarpmaktadır.

Ayrıca model üzerindeki ok işaretlerinin hangi işlemi ifade ettiğini anlayamadığını söyleyen öğrenci kendisinin kurduğu modelde de ilk yazdığı matematik ifadeyi gösterememiştir.

Genel olarak öğrencilerin, verilen problem cümlesinden yola çıkarak matematik ifadeye geçişleri verilen modelden matematik ifadeye geçişlerine göre daha olumlu gözlenmiştir. Bu geçişte toplama işlemi kurgulu problemler ya da matematik ifadelerde daha iyi ve emin oldukları görülmüştür. Öğrencilerin genel olarak, çıkarma işleminde parantez kullanılmadığında hata yaptıkları görülmüştür.

Ayrıca kontrol grubu öğrencilerinin, ekseriyetle sayı doğrusu modeli tercihleri ve sayma pullarındaki gösterimlerinde başarısız olmaları göze çarpmaktadır. Bu durum, ders öğretmenlerinin konu anlatımı esnasında sayı doğrusu modeliyle sınırlı kalmasıyla ilgili olabilir. Modellemeleri istenen öğrencilerde görülen bir diğer ortak yanılgı, işlem sürecini modellemek yerine sadece sonucu model üzerinde göstermeleridir.

#### 4.2.1.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Problem Cümlesini Matematik İfade ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Deney grubundaki Ö4, Ö5, Ö6 olarak kodlanmış öğrenciler, sırasıyla Başarı Testi'nden düşük, orta ve yüksek puan alan öğrencilerdir.

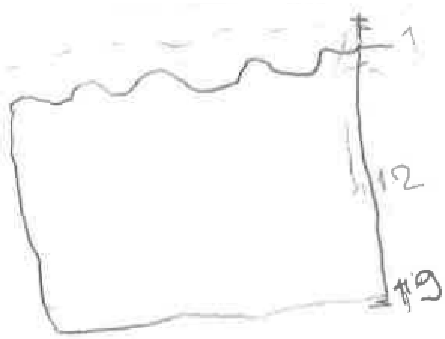
#### 4.2.1.4.1. Öğrenci 4 (Ö4) ile Yapılan Görüşme

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir? Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*


*Ö4: Bu problemi modeller misin?*

*A: Deniz seviyesi modeli. Uygun olanı o.*




*A: Başka bir modelle gösterebilir misin?*

*Ö4: Termometre.*

Öğrenci, problemi doğru bir matematik ifade şeklinde yazamamış ancak problemin ilk adımını bir çıkarma işlemi şeklinde tanımlamıştır. Sonuç doğru değildir. Daha sonra, model üzerinde anlamlandırmıştır. Öğrencinin model olarak deniz seviyesi modelini problem hikayesinin kurgusuna uygun olduğu için seçtiği görülmektedir. Ö4, ilk kurduğu matematik ifade ve modelde tam sayı ifadeleri, işaretleriyle birlikte doğru ve net olarak ifade etmemiş, tercih ettiği ikinci bir yönlü model olan termometre modelinde daha açık belirtmiştir.

Öğrenciye ikinci kere bir problem cümlesi verilmiş. matematik ifadesini yazması ve modellemesi istenmiştir.

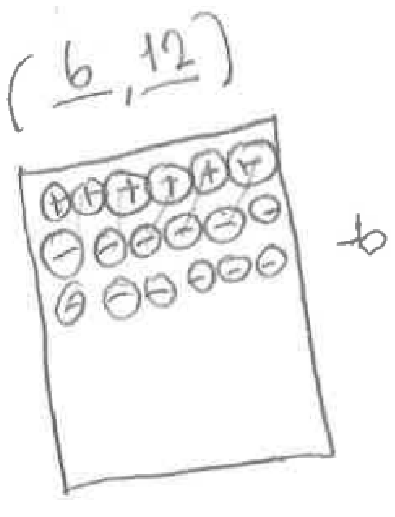
Öğrenci matematik cümleyi çıkarma işleminde yazmıştır.

*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?*

$$5 - 11 = -6$$

*A: Bu problemi modeller misin?*

*Ö4: Zıtlık modeli*

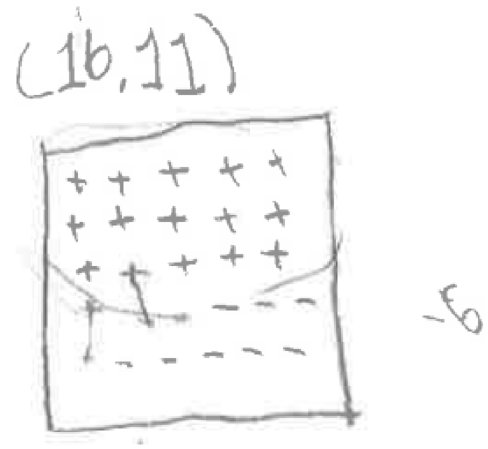



*A: Sen sadece sonucu mu modelledin.*

*Ö4:Evet.*

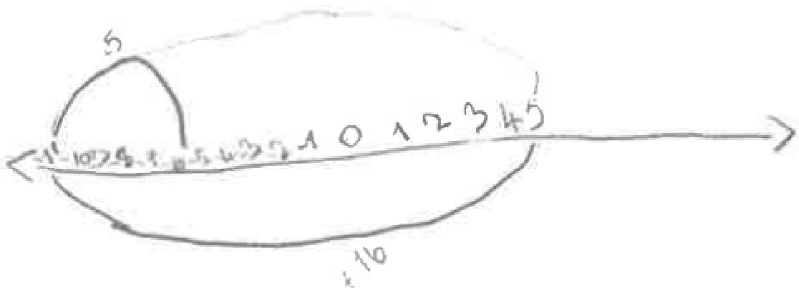
*A: İşlemi modellersek?*

*Ö4: 5'ten 11 i çıkaracağız. 5'in içinde 11 olursa böyle olur.*




*A: Başka bir modelle gösterebilir misin?*

*Ö4: Sayı doğrusu.*



*A: En iyi model hangisi sence?*

*Ö4: Deniz seviyesi modeli.*

Öğrenci problemi çıkarma işlemi şeklinde algılayarak doğru bir matematik cümle kurmuştur.

Ö4, problemi modellerken ilk olarak zıtlık modelinden yararlanarak sadece işlemin sonucunu göstermiştir. İşlemi bütünüyle modellenmesi istenen öğrenci, doğru mantık yürütmüş ve çıkarma işlemi şeklinde modellemiştir.

Yukarıdaki sayı doğrusu modelinden ise, öğrencinin sayı doğrusu modelinde işlemi doğru modelleyemediği sayı doğrusu modelinde sorun yaşadığı görülmektedir.

#### 4.2.1.4.2. Öğrenci 5 (Ö5) ile Yapılan Görüşme

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir?*

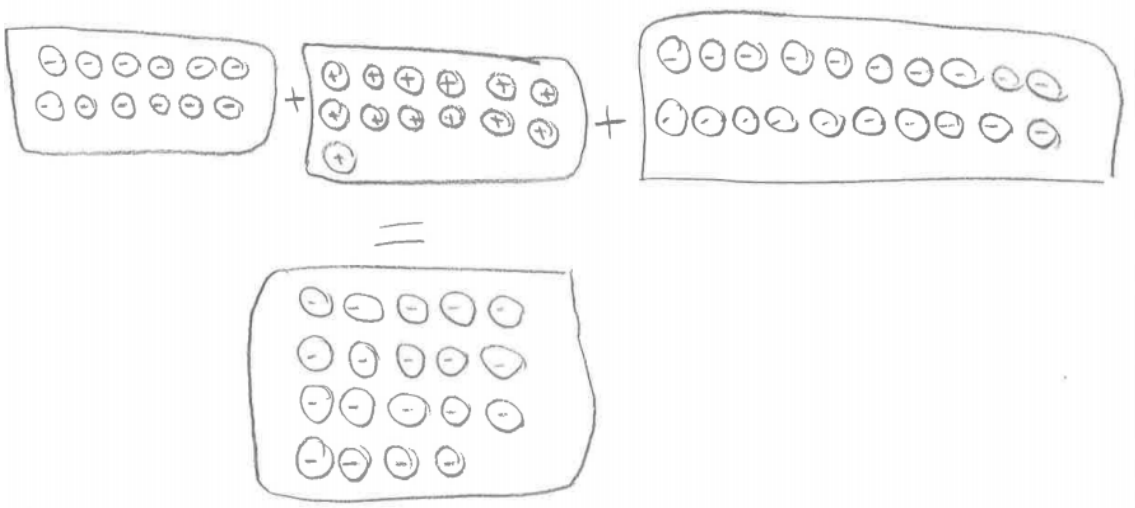
*Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*

$$\begin{array}{r} -12 \\ +13 \\ -20 \\ \hline + \end{array} \qquad \overbrace{(-12)+(+13)+(-20)}^{-32} = -32+(+13) = -19$$

*Ö5: Deniz seviyesinin 12 altı dediğine göre -12, 13 çıktığına göre +13. Tekrar 20m dalıyor.-20…*

*İkisi -32. 32'den 13 çıkınca kaç kalır. Sonuç -19.*

*A: Modeller misin?*



*A: Ne yaptın? Anlatır mısın?*

*Ö5: Sayı pullarıyla modelleme yaptım öğretmenim. Başta -12'yi sayı pullarıyla gösterdim. Sonra +13'ü gösterdim. Sonra yine -20'yi gösterdim. Sonucunda -19 olacak şekilde yazdım.*

*A: Nasıl 19 buldun bu modelle ?*

*Ö5: Eksiler artıları, artılar da eksileri götürüyor. İşlemin sonucu -19 oluyor.*

*A: Başka bir modelle gösterebilir misin?*

*Ö5: Sayı doğrusu olabilir.*

Öğrencinin, diğer öğrencilerin yaptığından farklı olarak problem ikili işlem olarak değil üçlü toplama işlemi şeklinde yazdığı görülmektedir. Modellerken ise ilkin sayı pulu modelini tercih etmesiyle beraber her bir tam sayıyı ayrı ayrı göstermesi söz konusudur.

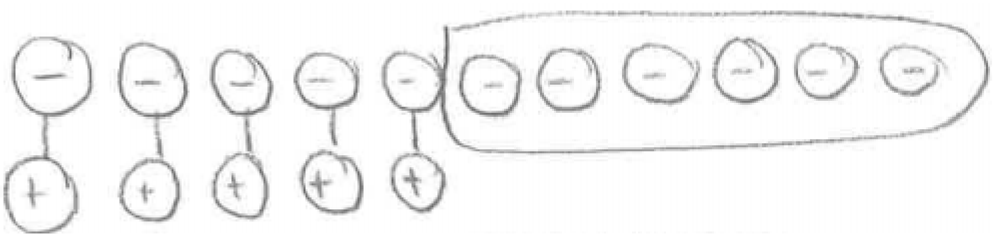
Öğrenciye ikinci kere bir problem cümlesi verilmiş. Matematik ifadesini yazması ve modellemesi istenmiştir.

*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?*

$$+5+(-11)=-6$$

*A: Modeller misin?*

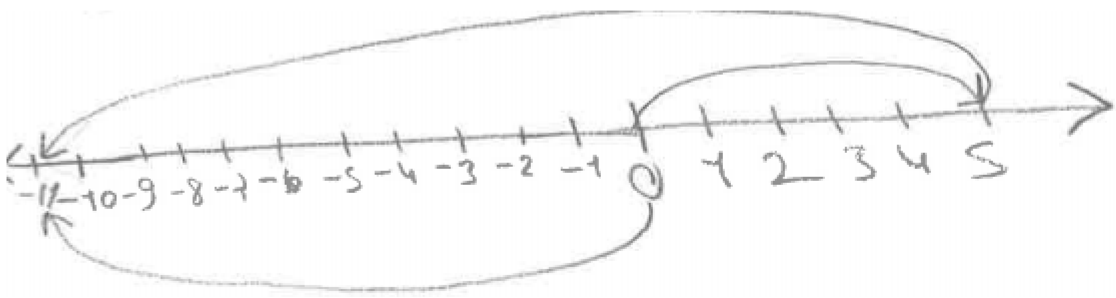
*Ö5: Yine sayı pullarıyla modellerim. Ben yukarıda bir değişik yaptım. Ben genelde şöyle yapıyorum ama. Şurda da + var. Onlar böyle birbirini götürdüğünü düşündüğümüzde geriye kalanlar daha kolay bir şekilde anlaşılabiliyor. -6.*



Öğrencinin ders esnasında sunulan ve kitaplarda verilen modellere bağlı kalmadığı, materyalde ve kitapta kullanılan sayma pulu modelinden farklı bir şekilde göstermesinden anlaşılmaktadır.

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö5: Öğretmenim ben en çok sayı pullarında iyiyim. Yine termometre ve sayı doğrusunda da gösterebilirim. Onlar da kolay. Sayı doğrusunda göstereyim.*

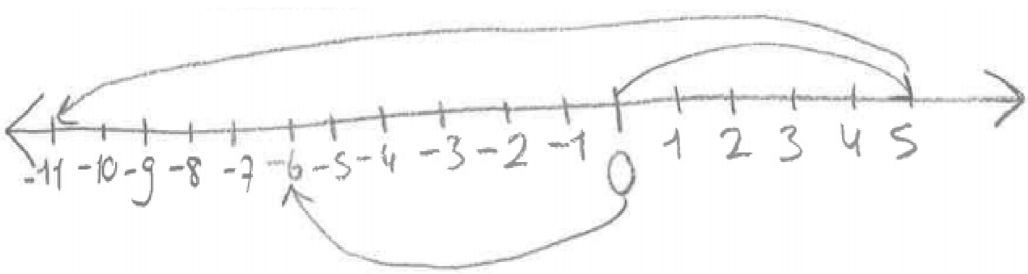



*A: Sayı doğrusunda neden -11'e kadar yaptın?*

*Ö5: Yani aslında uzayabilirdi yine de işlemde en fazla-11 olduğu için, öyle yaptım. Uzatabiliriz bunu.*

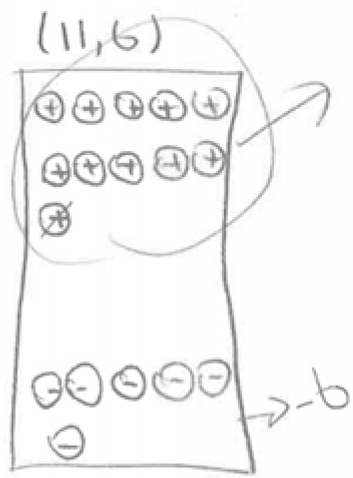
*A: Bu işleme göre sonuç nedir?*

*Ö5: -11. Ay pardon. Öyle değil…Benim kafam şu -11'e gitti de öğretmenim. Bir daha yapayım. Başta +5'ti. Sonra 11 geriye gidiyor. Bu sefer yanlış yapmayım.-6'ya gelir.*




Öğrenci ilk olarak işlemi, sayı doğrusu modeli üzerinde yanlış modellemiş, sonra hatasının farkına vararak düzeltmiştir. Öğrencinin yanlış göstermesi, işlemdeki tüm tam sayıları model üzerinde gösterme eğiliminden kaynaklanmıştır.

*Ö5: Ya da zıtlık modeliyle 5'i modellemeliyiz ki 5'ten 11 çıksın.*




*Ö5: -6.*

Öğrenci problem ifadesini toplama işlemi şeklinde göstermiştir. Ardından, toplama işlemine dönük bir model oluşturmuştur. Buradan borç-alacak tipi bu problemi toplama işlemi şeklinde algıladığı anlaşılmaktadır.

Ancak ikinci olarak sayı doğrusu modelinde bu işlemi doğru modellemediği, matematik ifadede yer verirken tam sayıları model üzerinde belirterek yanılgıya düştüğü görülmektedir. Modelini düzelten öğrenci ayrıca nihai olarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve uygulamada kullanılan zıtlık modelini kullanmış ve doğru açıklamıştır.

Farklı modellerde problem cümlesini açıklayabilen öğrencinin geçişleri başarılı yaptığı söylenebilir. Ayrıca model tercihinde çeşitlilik olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin genel olarak, sayı doğrusu modelindeki hatalarından biri de, matematik ifadede ya da problem cümlesinde geçen her bir tam sayıyı model üzerinde göstermek gerektiğini düşünmeleridir.

**4.2.1.4.3. Öğrenci 6 (Ö6) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve matematik ifadeyi modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir?*

*Bu problemi matematik ifade ile yazar mısın?*

$-12 + 13 = +1$

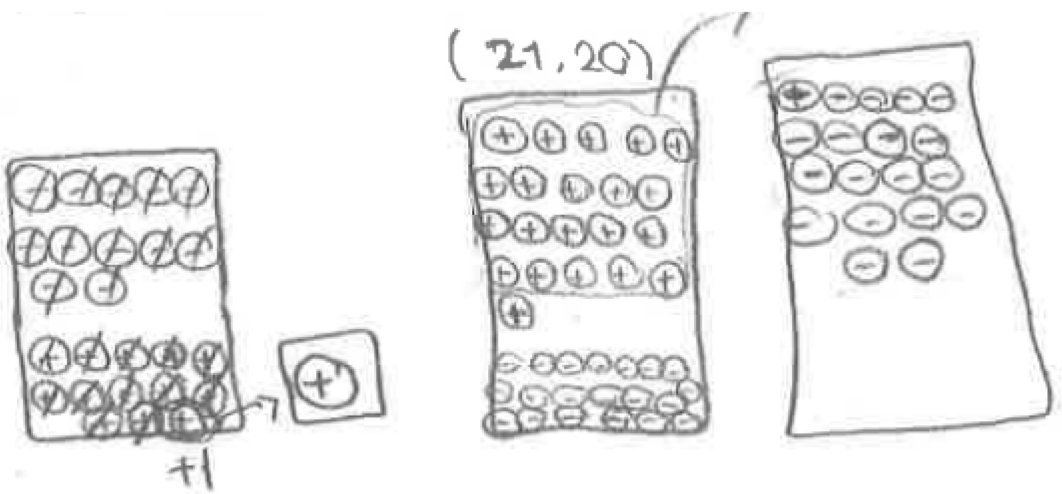
$+1 - (+20) = +1 + (-20) = -19$

$|-19| = 19m$

*Ö6: -19.*

*A: Modeller misin?*

*Ö6: Önce toplama işleminin sonucu 1 burada. Sonra çıkarma işlemi var, 1'in içinden 20 çıkarsa böyle olur…19 eksi yani. Yani -19.*



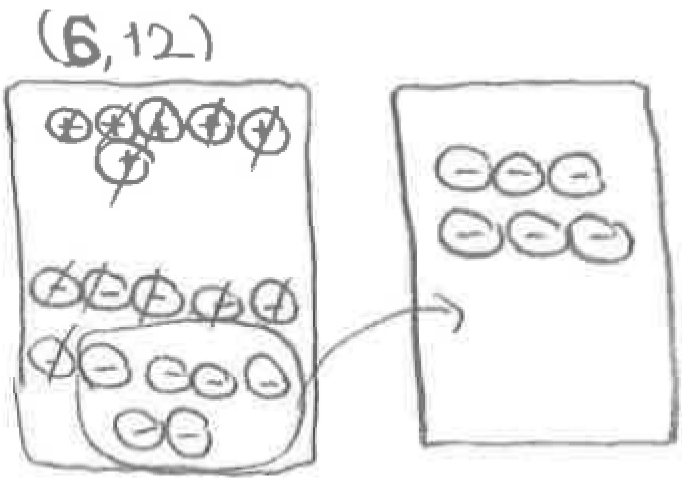

Öğrenci problem hikayesini iki aşamalı olarak açıklayarak toplama ve çıkarma işlemini ayrı ayrı yapmayı tercih etmiştir. Öğrencinin matematik ifadede mutlak değer kullanmış ancak cevap olarak -19 demiştir. Ardından, zıtlık modelinden yararlanarak yine iki aşamada modellemiştir.

Öğrenciye ikinci kere bir problem cümlesi verilmiş. Matematik ifadesini yazması ve modellemesi istenmiştir.

*A: Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?*

$$5-(+11)=5+(-11)=-6$$

*Ö6: Modeller misin?*

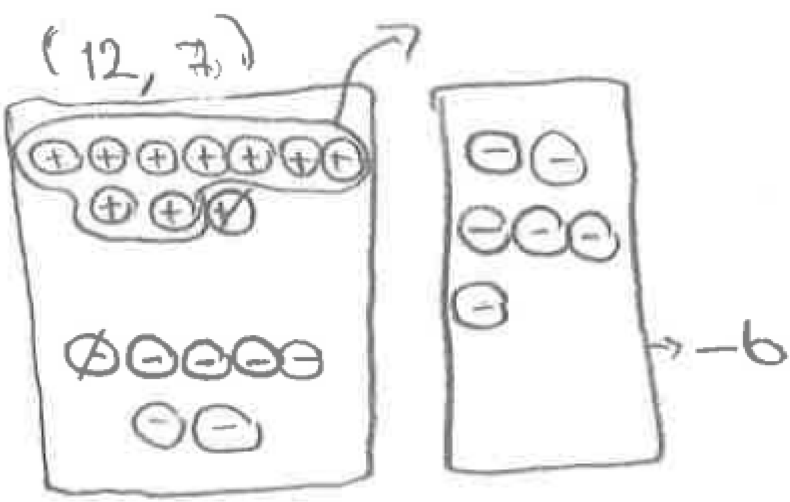



Ö6'nın, Ö4 gibi direkt olarak sonucu gösterdiği görülmektedir. Görüşme yoluyla öğrenci işlemi de aşağıdaki gibi modelleyebilmiştir.

*A: Şimdi sen burada sonucu gösteren tam sayıyı gösterdin. İşlemi modelleyebilir misin?*

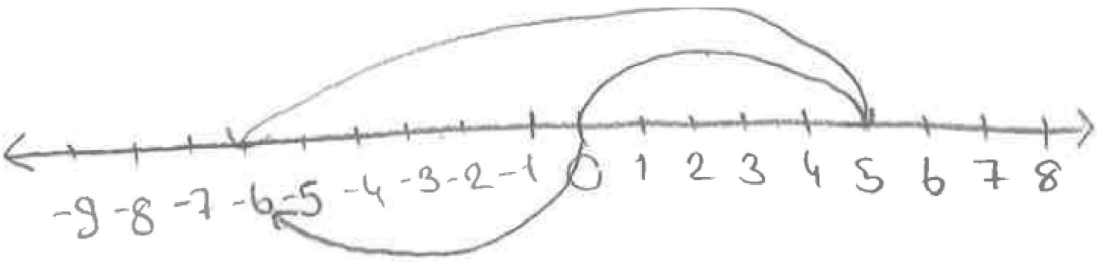
*Ö6: Nasıl?*

*A: -6 sonucunu değil de 5-(+11) işlemini modelleyebilir misin?*



*A: İki problem için de eşitlik-nicelik modeli denilen zıtlık, sayma pulları modelini tercih ettin. Başka bir modelle daha gösterebilir misin?*

*Ö6: Sayı doğrusu.*




İkinci problem ifadesini Ö6, kontrol grubundan farklı olarak çıkarma işlemi şeklinde algılamış ve zıtlık modeline başvurmuştur. Ancak matematik ifadenin sonucunu modelleyen öğrenci daha sonra işlemin modelini doğru açıklamıştır. Farklı model olarak sayı doğrusu modelinden yararlan öğrencinin model transferinin olumlu olduğu söylenebilir.

#### 4.2.1.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematik İfadeyi Problem Cümlesi ve Model Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

##### 4.2.1.5.1. Öğrenci 4 (Ö4) ile Yapılan Görüşme

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve matematik ifadeyi modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

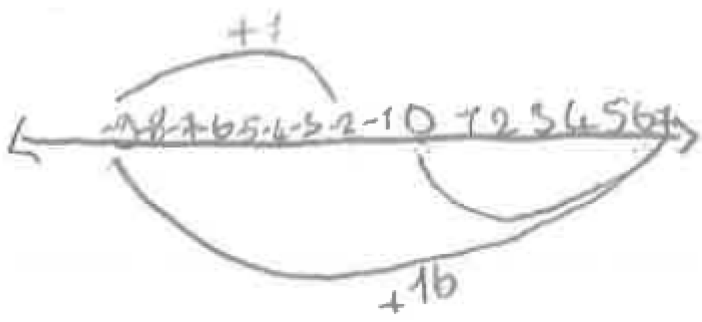
*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

Ali 7 tl si var 9 tl 'de borcu var. alinin borcunu öderse kaç tl borcu kalır.

*Ö4: Cevabı nedir?*

$7 - 9 = +2$

*A: Bu toplama işlemini modeller misin?*




*A: Bu modelde bir tuhaflık var mı?*

*Ö4: ?.. Yanlış gibi duruyor. Bilmiyorum.*

Verilen toplama işlemi şeklindeki matematik ifadeye uygun borç-alacak tipi bir problem cümlesi yazan öğrenci cevabı sorulduğunda yeni bir matematik ifade şeklinde yazmış yani toplama işlemini çıkarma işlemine dönüştürmüş fakat sonucu yanlış bulmuştur. Ayrıca sayı doğrusu modeli kullanan öğrenci matematik ifadeyi modele yanlış aktarmıştır.

İşlemde yer alan tüm tam sayıları model üzerinde gösterme durumu burada da görülmektedir.

Öğrenciye, bu defa çıkarma işlemi şeklinde bir matematik ifade verilerek, işlemin problem ifadesi sorulmuştur. Borç-alacak kurgulu bir problem yazdığı görülmüştür.

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

Arkadaşımın bana 5 tl borcu var ama yanında da 4 tl parası var. Bana Borcunu öderse geriye kaç tl borcu kalır?

*Ö4: Kaç TL borcu kalır?*

$$-5-4=-1$$

Öğrenci işleme uygun doğru bir problem ifadesi yazamamış ve doğru sonucu bulamamıştır. Sonuç, probleme göre doğrudur ancak işlemi yansıtmamıştır.

*A: Modeller misin? Hangi modeli tercih edersin?*

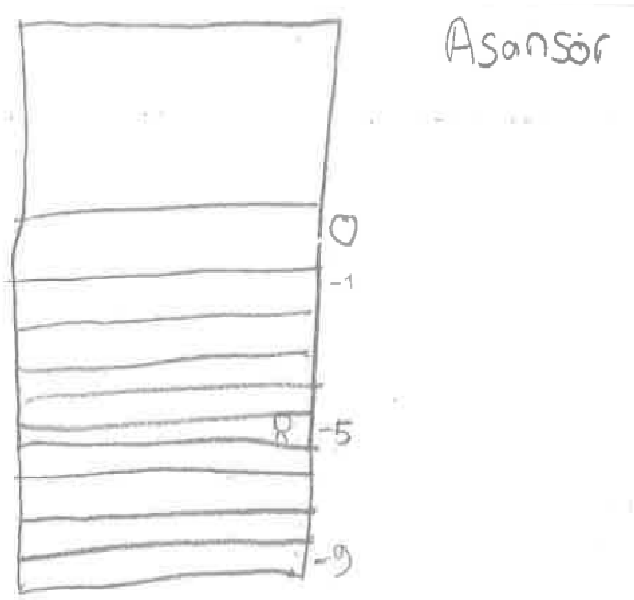
*Ö4: Asansör.*

*A: Bu bir çıkarma işlemi mi?*

*Ö4: Evet.*

*A: Hangi sayıdan hangi sayı çıkarılmış.*

*Ö4: -5'ten +4'ü.-5'ten 4 aşağıya inmiş yani.*



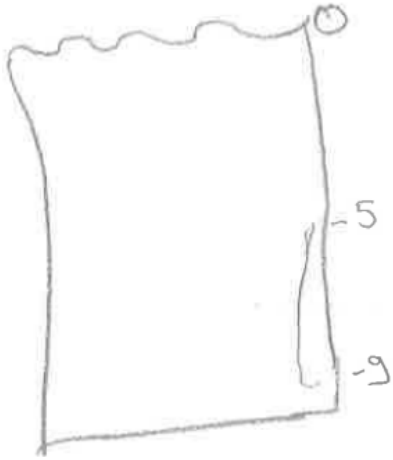

*A: O zaman cevap -1 mi, -9 mu?*

*Ö4: -9 herhalde.*

İlk olarak işlemin cevabının -1 bulan öğrenci model yoluyla doğru cevabı bulabilmiştir.

*A: Başka bir modelle daha gösterebilir misin?*

*Ö4: Deniz seviyesi modeli*




Verilen çıkarma işlemine uygun bir problem cümlesi yazamayan öğrencinin matematik ifadeleri problem cümlesi şeklinde ifade etmede yeterli olduğu söylenemez. Toplama işleminde olduğu gibi çıkarma işlemi tipindeki matematik ifade için de borç-alacak tipi bir problem cümlesi kurmayı tercih etmiştir.

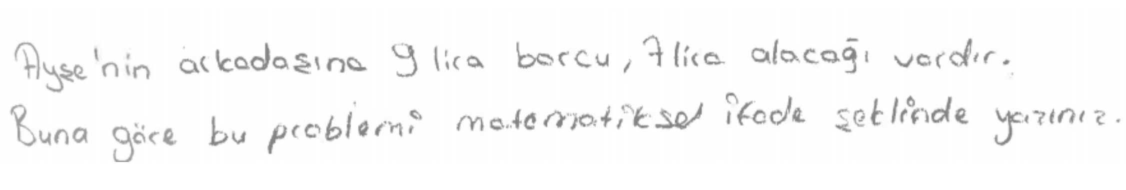
Ancak işlemdeki ifade görüşme ile anlamlandırıldıktan sonra model üzerinde doğru gösterilmiştir. Buradan doğru anlaşılan bir işlemin en azından bir toplama ya da çıkarma işlemi olduğuna kanaat getirildikten sonra modellemenin mümkün ve doğru olabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

**4.2.1.5.2. Öğrenci 5 (Ö5) ile Yapılan Görüşme**

Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve matematik ifadeyi modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

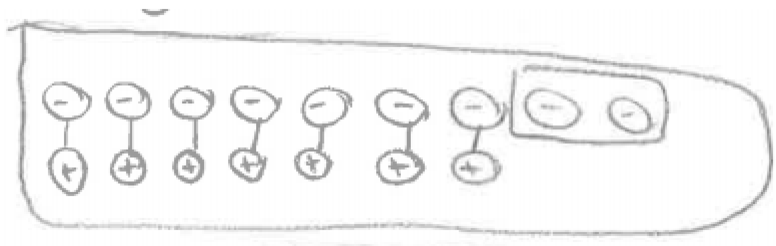
*Ö5: Yine dalgıçlı problemler geliyor aklıma. Ya da borç-alacak daha mantıklı olur öğretmenim.*


Ayşe'nin arkadaşına 9 lira borcu, 7 lira alacağı vardır.
Buna göre bu problemi matematiksel ifade şeklinde yazınız.

Öğrenci verilen matematik ifade için ilk olarak deniz seviyesi kurgulu bir problem düşünse de borç-alacak tipi bir problemi daha mantıklı bulmuştur. Terminolojiyi problemde yerinde kullanan öğrenci, ifadesini problem tipinde bir cümleyle bitirmemiştir.

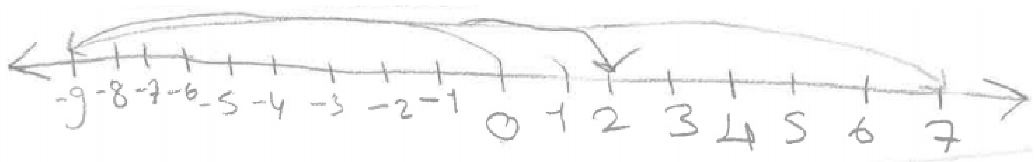
*A: Modeller misin?*

*Ö5: Yine sayı pullarıyla gösteririm. 9 eksi var zaten…*



*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö5: Sayı doğrusu.*




Toplama işlemi formatında modellemeyi tercih eden öğrenci, sayma pulu modeline başvurmuştur. İkinci olarak sayı doğrusu modeliyle gösteren öğrenci işlemi model üzerinde doğru ifade edememiştir.

Öğrenciye, bu defa çıkarma işlemi şeklinde bir matematik ifade verilerek, işlemin problem ifadesi sorulmuştur. Aşağıdaki şekilde düşünmüş ve yanıtlamıştır:

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

*Ö5: Hıı. Buna ne yazılır. Şimdi bu şununla aynı oluyor.-5+(-4) ile aynı oluyor bu. Buna göre bir şey uydurabilirim. Direkt bunu bu şekilde bir probleme çevirsem olur mu?*

*A: Olur.*

*Ö5: Yani hiç şu eksiyi karıştırmadan.*

*A: Çıkarma işlemi değil de toplama işlemi şeklinde mi düşünüyorsun?*

*Ö5: Evet. Yine borç meselesiyle ilgili olabilir aslında.*

Elif'in bakkala 5₺ borcu varmış. Bakkal Elif'in borcunun

*Yok hiç olmadı bu. Buna uygun nasıl bir problem kurulabilir de…Yani…*

*A: Nerede zorlandın?*

*Ö5: Şu çıkarma işlemine acaba nasıl bir şey kurabilirim ki diye düşünüyorum, o biraz zorladı. Halbuki çok problem var da. Problem kurmak o kadar kolay değilmiş… Şey desem…Sınıfta bununla ilgili bir sürü problem yaptık. Ama niyeyse hiç biri aklıma gelmedi. Yani ille de.. Aslında şey yapsam öğretmenim.-5-(+4) işlemini matematiksel ifade şeklinde yazınız. Desem olmaz mı?*

*A: Problem ifadesine uygun olmaz ama. Peki -5- 4 değil de -5-(-4) işlemine uygun bir problem kurabilir misin?*

*Ö5: Tamam. Yani aslında öğretmenim ben burada şey için takıldım. Burada – var ya. Çıkarma işlemine takıldım. Ama bu dediğiniz problem olarak yazılabilir yani. Bir deneyim de.*

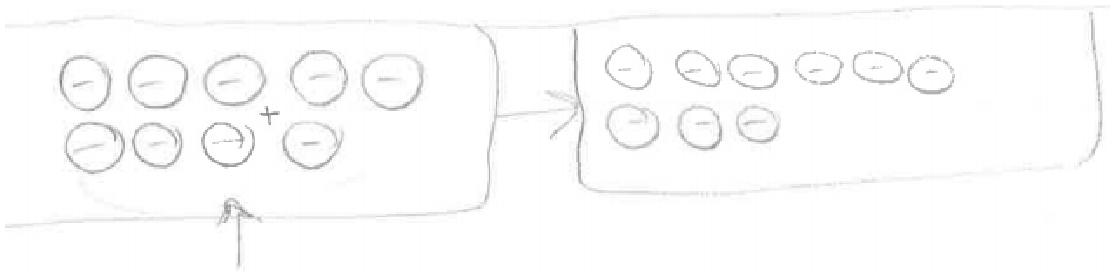
Bir dalgıç önce deniz seviyesinin 5m altına sonra

*Yani burada dalgıç 5m aşağıya dalacak. Tekrar 4m yukarıya çıkacak şeklinde olunca yine toplama işlemi şeklinde olur. Ama çıkarma işlemi şeklinde göstermem lazım… O zaman parayla ilgili kursak. Birinin birine borcu olsun. Arkadaş da borcu silsin. Silmek yani çıkarmak anlamı verir. Ohh …Buldum..*

Ayşenin Fatma'ya 5 lira borcu vardır. Fatma arkadaşının borcu-
nun 4 lirasını silmiştir. Problemi sayı pullarıyla modelleyiniz.
Ayşenin kaç lira borcu kaldı?

*A: Peki -5-4 işlemine geri dönelim. Bunu modeller misin?*

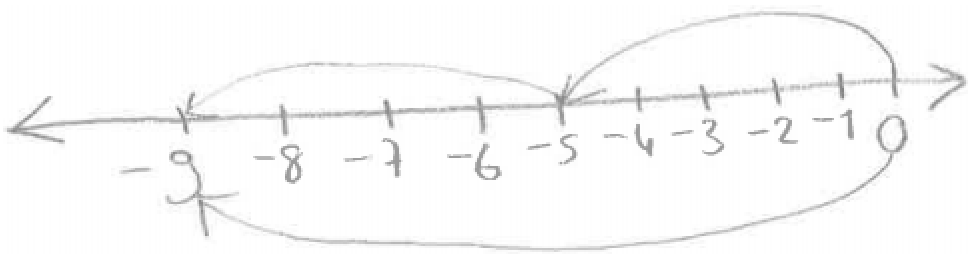
*Ö: O kolay…*




*Yani 4 eksi vermek yerine 4 artı almak şeklinde düşündüm.-9 oluyor sonuç. Bu modellemeyi toplama şeklinde yaptım ama yine. Yani aslında çok bildiğim şeyler bunlar. Şu anda düşünemedim.*

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö5: Sayı doğrusu.*




*A: Bu işlem bize ne anlatıyor?*

*Ö5: Bu işlem daha çok çıkarma işlemini toplama işlemine çevirmeyi anlatıyor. Ben artık bir çıkarma işlem görür görmez hemen onu toplama işlemine çeviriyorum. Yani bir yarışmada 4 puan kaybetmek yerine burada -4 puan almak gibi düşünürüm.*

Öğrenci -5-4 işlemini problem ifadesini kurmakta zorlanmış çıkarma işlemine dayalı mantıklı bir cümle yazamadığını belirtmiştir. Ancak kendisine -5-(-4) işlemi sorulduğunda kolaylıkla bir problem tasarlamış ve modellemiştir. Bu da öğrencinin problem ya da matematik ifadeleri nicelik modeli denilen sayma pullarıyla anlamlandırdığını teyit etmiştir. Öğrencinin ilk ifadesinde de görüldüğü üzere sayma pulu modelini tercih etmesiyle alternatif modellerden ziyâde tek tip model üzerinde düşünmeye itmektedir. -5'ten 4 tam sayısını çıkarmaya dayalı bir sayı doğrusu, termometre ya da deniz seviyesi kurgulu bir problem düşünememekle beraber -5- -4 sorulduğunda bunun çok kolay olduğunu belirtmiştir. Bu işlemi, nicelik tipi bir problemle açıklamayı tercih etmiştir.

### 4.2.1.5.3. Öğrenci 6 (Ö6) ile Yapılan Görüşme

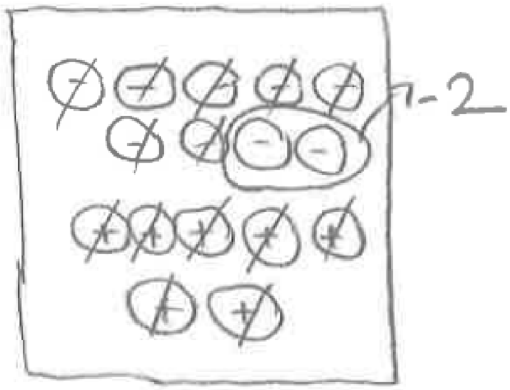
Öğrenciye verilen matematik ifadeye uygun problem yazması ve matematik ifadeyi modellemesi istenmiştir. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

*A: -9 + 7 = ? Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın ?*

Ali'nin 9 TL borcu vardır, Bu borcun 7 TL'sini öderse geri ne kadar borcu kalır?

Öğrencinin toplama işlemine göre yazdığı problem borç-alacak şeklindedir.

*Ö6: Modeller misin?*




*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö6: Termometre.*

Öğrenci, verilen matematik ifadeye uygun bir borç-alacak tipi bir problem kurgulamıştır. İlk olarak, sayma pulu modeli tercih etmiş ve ikinci olarak sayı doğrusu modeliyle de doğru gösterebilmiştir. Öğrenci, hem nicelik hem yönlü bir model kullanabilmiştir.

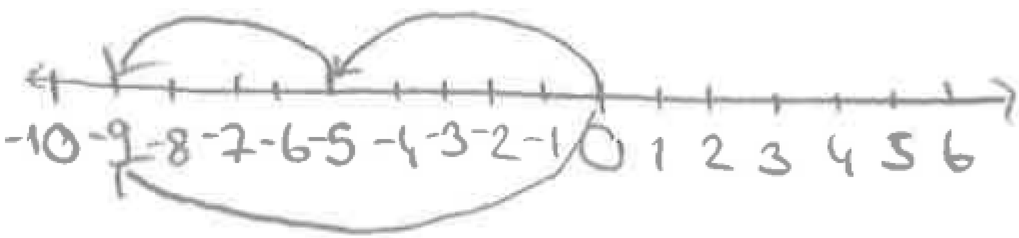
Öğrenciye, bu defa çıkarma işlemi şeklinde bir matematik ifade verilerek, işlemin problem ifadesi sorulmuştur.

*A: -5 – 4 = ? Bu çıkarma işlemine uygun bir problem yazar mısın?*

Deniz seviyesinin 5 m altında olan bir dalgıç 4 metre daha iniyor. Dalgıçın son durumu nedir?

Deniz seviyesi kurgulu bir problem yazan öğrencinin ifadesi işlemi doğru yansıtmaktadır.

*A: Modeller misin?*




Çıkarma işlemi şeklinde verilen matematik ifadeye uygun bir deniz seviyesi kurgulu bir problemi mâkul bir şeklide yazabilen öğrenci ilk olarak sayı doğrusu modelini tercih etmiştir ve doğru gösterebilmiştir.

*A: Pekiyi, -5-(-4) olduğunda nasıl bir problem yazarsın?*

Ayşa bir apartmanın giriş katının 5 kat altında bulunmaktadır. Daha sonra 4 kat yukarı çıktıysa Ayşa şu an nerdedir?

*A: Bu problemde 4 kat yukarı çıkma eylemi toplama işlemini mi çıkarma işlemini mi ifade eder?*

*Ö6: Toplama işlemini.*

*A: Matematik ifadede verilen işlem nedir?*

*Ö6: Çıkarma işlemi. Bu problemin işlemi -5+4 aslında.*

*A: -4 kat aşağı inmek ne demek?*

*Ö6: 4 kat yukarı çıkmak. O yüzden.*

*A: Başka bir problem daha tasarlayabilir misin?*

*Ö6: Deniz altı, deniz seviyesinin 5 m altındadır. Bu deniz altı bulunduğu yerden 4 m daha çıkıyor. Şu an nerededir?*

*A: Sayma pulları modeliyle düşündün mü?*

*Ö6: 5 kırmızıdan 4 kırmızı pulu çıkarmak. Direkt kırmızı kalır. Ya da 4 yeşil pul ekleriz.. 1 kırmızı pul olur.-1 yani.*

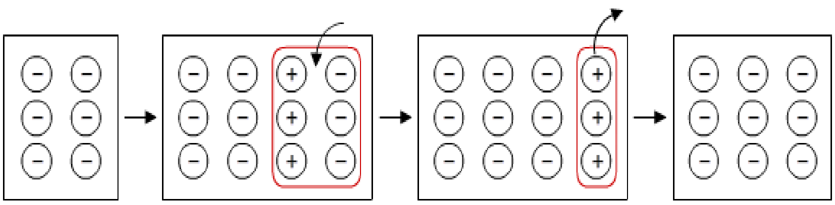
Ö5'e de sorulan, -5-(-4) işlemini Ö6 da bu defa deniz seviyesi kurgulu bir problemle toplama işlemi şeklinde açıklamış daha sonra sayma pulu modeliyle anlamlı bir şekilde ifade etmeyi başarabilmiştir.

Bu durum, öğrencilerin çoklu düşünmelerini sağlayan alternatif modellerin farklı açılardan bakabilmeyi ve açıklayabilmeyi sağladığını gösterebilir.

#### 4.2.1.6. Deney Grubu Öğrencilerinin Verilen Modelleri Matematik İfade ve Problem Cümlesi Şeklinde İfade Etme Durumlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

##### 4.2.1.6.1. Öğrenci 4 (Ö4) ile yapılan Görüşme

Öğrenci, verilen sayma pulu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:



*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

Sınıfta 6 eksim var 3'de artım artılarım gidince puanım ne olur.

*A: +3 varsa eğer ve silinse yine -6 olur.*

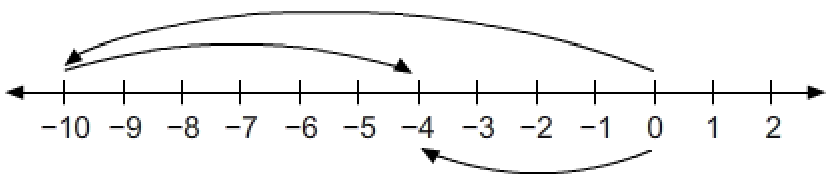
*Ö4: …? Bilmiyorum. Hiç artım yok ama 3 puanım da silinirse yani.*

*A: Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?*

$-6-3=-9$

Öğrenci kontrol grubu öğrencilerinden farklı olarak uygulama sürecinde kullanılan gerçek hayat problemini (Öğretmenin kullandığı bir sınıf yönetim programı olan "Class Dojo" uygulamasındaki) sistematik ile ifade etmek istemiştir. Buna uygun bir şekilde bir matematik ifade yazmış ve kontrol grubu öğrencilerinden farklı düşünerek problem cümlesini ve matematik ifadeyi çıkarma işlemi şeklinde doğru tasarlamıştır.

Öğrenci, ikinci olarak verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:




*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

$-4--10=-4$

Fatma 10 kiloymuş 4 kilo yerirse kaç kilo olur.

*A: Bu toplama işlemi mi çıkarma işlemi mi?*

*Ö4: …?*

*A: Sonuç ne?*

*Ö4: -6*

*A: Sayı doğrusunda -6'yı görmüyoruz.*

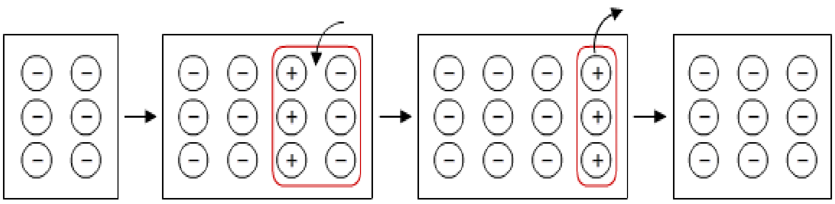
*Ö4: -4*

Öğrenci sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye doğru aktaramamıştır.

Buradan hareketle sayı doğrusu modelinde tam sayı ve işlemlere doğru anlamlar yüklenemediği görülmektedir.

#### 4.2.1.6.2. Öğrenci 5 (Ö5) ile Yapılan Görüşme

Öğrenci, verilen sayma pulu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:



*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

$$-6+(-3)=-3$$
$$-6-(+3)=-3$$

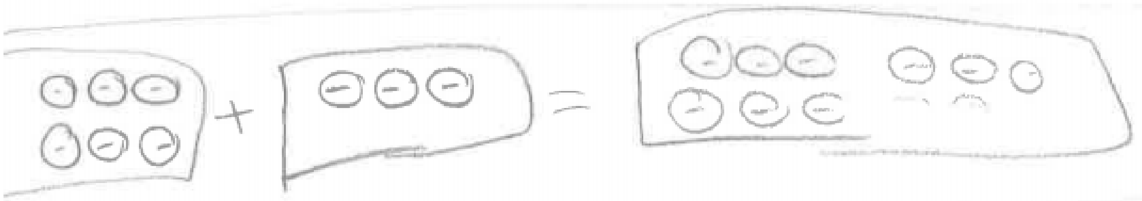
*(Önce işlem yaptı)*

Canan'ın −6₺ borcu varmış. Borcunun üstüne −3₺ daha borc almış sonucunu matematik ifade ile gösteriniz..?

*A: Sonuç nedir?*

*Ö5: -3. Yok … Özür dilerim -9.Bu ikisinden birin yazardım ben. Madem öyle. Cevap -9 tabii.*

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*



*Ö5: Ben direkt böyle modellerdim öğretmenim. Burda da -9 görülüyor.3 puan vermek yerine 3 puan almak gibi. Bence çıkarmaysa direkt toplamaya çevireceksin. Diğer türlü benim kafam çok karışıyor.*

*A: -6 sayısından ne anlıyorsun?*

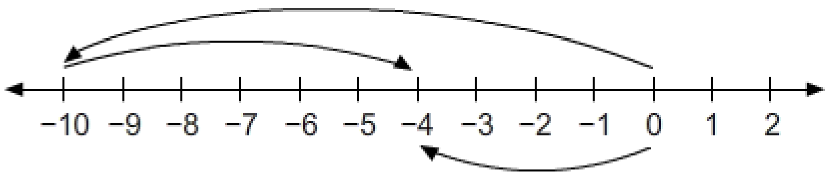
*Ö5: Yani borç gibi. Negatif bir sayı.*

*A: Burada -6 dan 3'ü çıkar diyor.- 6' da 3 var mı ki?*

*Ö5: Biz modellersek vardır. Sınıfta yaptığımız modellerde vardı mesela. Mesela biz bunu (3, 9) yazarsak vardır. 3 olumlu, 9 olumsuz yani. 3'ünü çıkarırsak. Direkt 9 olumsuz olur.*

Öğrenciden modele uygun bir problem yazması istenmiş ancak ilk olarak bir matematik ifade yazmayı tercih etmiştir. Öğrencinin yazdığı modelin borç- alacak tipi bir problem ifadesi olduğu görülmektedir. Matematik ifadeyi hem toplama işlemi hem de çıkarma işlemi şeklinde ifade eden öğrenci, ardından toplama işlemine dayalı alternatif bir model kumuştur. Öğrencinin tercihi yine sayma pulu olmuştur. Genellikle öğrenciler çıkarma işlemi görünce her zaman bir toplama işlemi şekline dönüştürme eğiliminde olup çıkarma işlemi algoritmasıyla düşünmekten hata yapmak kaygısıyla imtina etmektedirler, Burada da öğrenci çıkarma işlemi şeklindeki modeli toplama işlemi modeliyle açıklamıştır. Ancak yöneltilen sorularla çıkarma işlemini zıtlık modeliyle açıklayabildiği de görülmektedir.

Öğrenci, ikinci olarak verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:



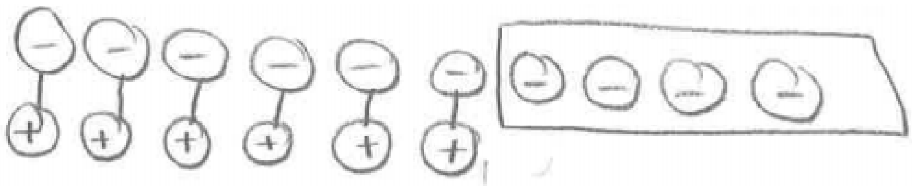

Bir dalgıç deniz seviyesinin 10 metre altına dalıyor. Daha
Sonra 6m. yukarı çıkıyor. sonucu modelleyerek gösteriniz.

*A: Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?*

*Ö5: Olur. O kolay.*

$$-10+(+6)=\underline{-4}$$

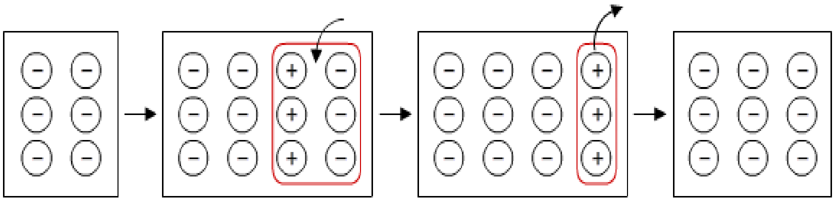
*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*



Öğrencinin toplama işlemi modelini problem ifadesine ve matematik ifadeye dönüştürmekte zorlanmadığı görülmektedir. Alternatif model olarak Ö5, yine bir nicelik modeli tercih etmiştir ve doğru aktarım yapmıştır.

**4.2.1.6.3. Öğrenci 6 (Ö6) ile yapılan Görüşme**

Öğrenci, verilen sayma pulu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:



*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

*Ö6: -6'dan +3'ü çıkarmış.*

$$-6-(+3)=?$$

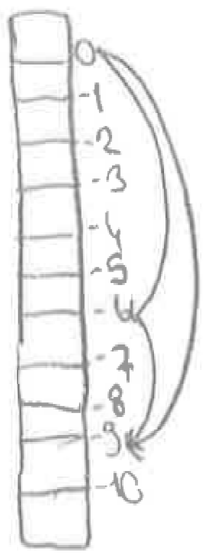
*(Önce işlem yaptı)*

Ö6 da alışılmışın dışında bir şekilde, modeli doğru yansıtan bir çıkarma işlemi yazmıştır.

Selin'in 6 TL borcu vardır. Selin bu borcunun üstüne -3 TL daha borç yapmış-tır. Ne kadar borcu vardır?

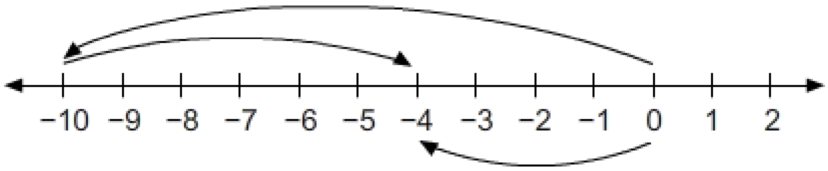
Ancak, problem cümlesi toplama işlemi senaryolu olup matematik ifadeyi ve modeli yansıtmamaktadır.

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*



Ö6, modele uygun bir matematik ifade yazmış ve modelin bir çıkarma işlemi olduğunu algılamıştır. Önce işlem yaparak ardından borç-alacak tipi bir problem kurgulamıştır. Alternatif bir model olarak termometre modeli kuran öğrenci modeldeki çıkarma işlemini doğru aktarabilmiştir.

Ö6, ikinci olarak verilen sayı doğrusu modelindeki ifadeyi probleme ve matematik ifadeye şu şekilde transfer etmiştir:




*A: Bu modele uygun bir problem yazar mısın?*

$-10-(-6)=?$

Ö6, buradaki modeli de diğerlerinden farklı olarak toplama işlemi şeklinde değil de çıkarma işlemi şeklinde göstermeyi tercih etmiştir; ifade doğrudur.

*(Önce işlem yaptı)*

*A: Bir problem yazar mısın?*

Bir kırtasiyecinin toptancıya 10 ₺ borcu vardır. Kırtasiyeci borcunun 6 TL'sini verirse Ne kadar borcu kalır?

Kurulan problem de matematik ifadeyi doğru bir şekilde yansıtmaktadır.

*A: Ne kadar borcu kalır?*

*Ö6: 4 TL borcu kalır. Yani -4.*

*A: Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?*

*Ö6: Termometre modeli.*

Öğrenci, diğerlerinden farklı olarak sayı doğrusu modelindeki ifadeyi matematik ifadeye aktarırken çıkarma işlemiyle göstermeyi tercih etmiştir. Modele ve matematik ifadeye uygun bir problem olarak borç-alacak tipi bir problem cümlesi yazmıştır.

Bu öğrenci toplama işleminde nicelik modeli tercih etmiştir.

Pozitif sayıdan bir tam sayı çıkarılacağında 1. ve 2. soru için zıtlık modeli tercih etmiş ancak. 4. ve 5. sorulardaki çıkarma işlemlerinde yani negatif sayıdan bir tam sayı çıkarılacağında yönlü bir model (sayı doğrusu modeli) tercih etmiştir. Öğrencinin modeller arası transfer becerisinin başarılı olduğu ve gösterimlerinin bilinçli olduğu görülmüştür.

Bu bulgular ışığında, genel olarak, verilen problem ifadesindeki durumu deney grubundaki öğrencilerin bütüncül görebildikleri matematik ifadeye bu şekilde yansıttıklarından anlaşılmaktadır. Çünkü kontrol grubu işlemleri parça parça ifade ederken, (-12+13=1, 1+-20=-19) deney grubu öğrencileri bütün bir işlem olarak yazmayı tercih etmişlerdir (-12+13+-20= -19).

Ayrıca her iki grup da problem cümlesi yazarken borç alacak tipi bir kurguya başvururken, model tercihleri ise farklılaşmıştır. Yani kontrol grubu öğrenciler ekseriyetle yönlü bir model olan sayı doğrusu modelini, deney grubu öğrencileri ise nicelik modeli olan sayma pulu ve zıtlık modeliyle göstermeyi tercih etmişlerdir. Her iki grupta görülen bir yanılgı olarak, sayı doğrusu modeliyle gösterim yaparken problem ifadesinde yer alan tüm tam sayıların model üzerinde ifade etme zorunluluğu hissetmeleridir. Sonucu tahmin etme ve sezme bakımından zorluk yaşamışlardır. Yapılan görüşmelerde, deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubunun aynı seviyedeki öğrencilerine göre soruları daha açıklayıcı yaptığı ve modeller arası transferde daha iyi oldukları söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin hangi modelleri tercih ettikleri ve temsil dönüşümleriyle ilgili olarak görüşmelerden elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda toplanmıştır:

**Tablo 4.8:** Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Temsil Dönüşümleri

| | | P.İ. → M.İ. | Pİ. → Model | M.İ. → P.İ. | M.İ. → Model | Model → P.İ. | Model → M..İ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ö1 | 1.SORU | Toplama İ. | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Toplama İ. |
| | 2.SORU | Toplama İ. | Sayı Doğrusu | Deniz Seviyesi | Sayma Pulu | Borç-Alacak | Toplama İ. |
| Ö2 | 1.SORU | Toplama İ. | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Sayı Doğrusu | - | - |
| | 2.SORU | Toplama İ. | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | - | Deniz Seviyesi | Çıkarma İ. |
| Ö3 | 1.SORU | Toplama İ. | Sayma Pulu | Deniz Seviyesi | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Toplama İ. |
| | 2.SORU | Toplama İ. | Sayma Pulu | Deniz Seviyesi | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Toplama İ. |
| Ö4 | 1.SORU | - | Deniz Seviyesi | Borç-Alacak | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Çıkarma İ. |
| | 2.SORU | Çıkarma İ. | Zıtlık Modeli | Borç-Alacak | Asansör | - | Çıkarma İ. |
| Ö5 | 1.SORU | Toplama İ. | Sayma Pulu | Borç-Alacak | Sayma Pulu | Borç-Alacak | Çıkarma İ. |
| | 2.SORU | Toplama İ. | Sayma Pulu | Borç-Alacak | Sayma Pulu | Deniz Seviyesi | Toplama İ. |
| Ö6 | 1.SORU | Çıkarma İ. | Zıtlık Modeli | Borç-Alacak | Sayma Pulu | Borç-Alacak | Çıkarma İ. |
| | 2.SORU | Çıkarma İ. | Zıtlık Modeli | Deniz Seviyesi | Sayı Doğrusu | Borç-Alacak | Çıkarma İ. |

Kontrol grubu öğrencilerinin problem ifadesinden modele dönüştürürken sayı doğrusu modelini, deney grubu öğrencilerinin sayma pulu modelini tercih ettikleri görülmüştür. Matematik ifadeyi modele dönüştürürken yine sayma doğrusu modelini, deney grubu öğrencilerinin ise hem sayı doğrusu hem sayı pulu modelini tercih ettikleri görülmüştür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin modele ya da matematik ifadeye uygun problem ifadesi yazarken borç-alacak tipinde problem kurguladıkları ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin problem ifadesi ve modelleri sadece toplama işlemi şeklinde yazmayı, deney grubu öğrencileri ise hem toplama işlemi hem de çıkarma işlemi şeklinde yazmayı tercih etmişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin, çıkarma işlemi kurgulu problemleri de matematik ifade olarak toplama işlemi şeklinde yazmaya eğilimli oldukları görülmüştür. Tam sayılarla çıkarma işlemi ile ifade etmenin riskli olduğunu düşünen öğrenciler, toplama işlemini çıkarma işlemine göre daha anlaşılır ve kolay bulmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerin nicelik tipi problemler tasarlaması ile model olarak sayı doğrusu modeli tercih etmesi dikkat çekicidir. Modelleme konusunda sınırlı tercihleri olan öğrenciler sayma pulu ve diğer modelleri hemen hemen hiç kullanmamışlardır. Deney grubu öğrencilerinin çözümlerinde ise model çeşitliliği göze çarpmaktadır.

### 4.2.2. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgular

Nicel analiz sonuçları itibariyle Başarı Testi veri toplama aracı vasıtasıyla SÖ ile DÇM öğretiminin öğrenci başarıları açısından ön-test son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.

Bu bulgular, yarı yapılandırılmış görüşme veri toplama aracı vasıtasıyla da desteklenmiştir. Ayrıca, çalışma yapraklarından " SÖ süreç aşamalarındaki yeterlik düzeyi nedir?" sorusuna yanıt aranmıştır. Öğrencilerin her bir basamaktaki yeterliklerini aşağıdaki ölçüte göre iki araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

**Tablo 4.9:** Deney Grubu Öğrencilerinin Sorgulayıcı Öğrenme Aşamalarında Yeterlilik Düzeyini Belirleyen Ölçüt Tablosu

| | Yeterli | Kısmen Yeterli | Yetersiz |
|---|---|---|---|
| Modelleme | Manipulatif üzerinde model oluşturmuştur. | Manipulatif üzerinde eksik model oluşturmuştur. | Manipulatif üzerinde herhangi bir model kuramamıştır. |
| Veri Toplama | Kurduğu modelleri tabloya doğru aktarabilmiştir. | Kurduğu modelleri tabloya kısmen aktarabilmiştir | Kurduğu modelleri tabloya aktaramamıştır. |
| İlişkilendirme | Model ve alternatif modelleri tabloda belirtmiş, sözel matematik ifadeleri yazabilmiş ve ilişkiyi açıklayabilmiştir. | Model ve alternatif modelleri tabloda belirtmesine rağmen sözel-matematiksel ifadeleri ve ilişkiyi eksik yazmıştır. | Model ve alternatif modelleri tabloda belirtememiş, sözel-matematiksel ifadeleri ve ilişkiyi yazamamıştır. |
| Genelleştirme | Kurulan ilişkiyi genel bir ifade ile yazabilmiştir. | Kurulan ilişkiyi sözel bir ifade ile yazabilmiştir. | Kurulan ilişkiyi ne sözel ne de genel bir ifade ile yazabilmiştir. |

Ölçüt tablosuna göre çalışma yapraklarından elde edilen verilere göre öğrencilerin SÖ aşamalarındaki yeterlilik düzeyleri aşağıdaki gibi frekans ve yüzde tablolarına aktarılmıştır:

**Tablo 4.10:** 1.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 2 | 8, 7 |
| Kısmen Yeterli | 0 | 0 |
| Yeterli | 21 | 91, 3 |
| **Toplam** | 23 | 100 |

Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama etkinliğinde modelleme adımında öğrencilerin 2'si (% 8,7) yetersiz; 21'i (%91,3) yeterli düzeydedir.

Bu tablodan çıkan sonuç, öğrencilerle yapılan görüşmelerde deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre modelleme performanslarının daha nitelikli olduğu sonucunu teyit etmektedir. Çünkü tablodan da anlaşıldığı üzere modelleme adımında diğer adımlara göre belirgin bir farkla öğrencilerin daha etkin oldukları tespit edilmiştir.

**Tablo 4.11:** 1.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 2 | 8, 7 |
| Kısmen Yeterli | 2 | 8, 7 |
| Yeterli | 19 | 82, 6 |
| **Toplam** | 23 | 100 |

Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama etkinliğinde veri toplama adımında öğrencilerin 2’si (%8,7) yetersiz; 2’si (%8,7) kısmen yeterli, 19’u (%82,6) yeterli düzeydedir.

Bu tablodan, öğrencilerin problemi anlayarak modelden veri toplamak suretiyle %75 oranında etkin ve sürece dâhil olabildikleri görülmüştür.

**Tablo 4.12:** 1.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 7 | 30, 4 |
| Kısmen Yeterli | 4 | 17, 4 |
| Yeterli | 12 | 52, 2 |
| **Toplam** | 23 | 100 |

Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama etkinliğinde ilişkilendirme adımında öğrencilerin 7’si (% 30,4) yetersiz; 4’ü (%17,4) kısmen yeterli, 12’si (%52,2) yeterli düzeydedir.

**Tablo 4.13:** 1.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 12 | 52, 2 |
| Kısmen Yeterli | 4 | 17, 4 |
| Yeterli | 7 | 30, 4 |
| **Toplam** | 23 | 100 |

Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde genelleştirme adımında öğrencilerin 12’si (%30,4) yetersiz; 4’ü (%17,4) kısmen yeterli; 12’si (%52,2) yeterli düzeydedir.

Son iki tablodan, öğrencilerin ilişkilendirme ve genelleştirme adımlarında performanslarının modelleme ve veri toplama adımlarındaki performanslarına göre düşük olduğu görülmektedir. Genelleştirme adımında önceki adımlardaki durumları özel bir matematik ifade (işlem) olarak yazabildikleri ancak genel bir matematik ifade şeklinde (harfli ifade) yazmakta zorlandıkları görülmüştür.

**Tablo 4.14:** 2.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 3 | 12, 5 |
| Kısmen Yeterli | 0 | |
| Yeterli | 21 | 87, 5 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla Toplama İşlemi etkinliğinde modelleme adımında öğrencilerin 3'ü (%12,5) yetersiz; 21'i yeterli (%87,5) yeterli düzeydedir.

Bu tabloya göre, öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinden sonra gerçekleştirilen bu etkinlikte de öğrencilerin en iyi performans sergiledikleri adım olarak modelleme adımı görülmüştür.

**Tablo 4.15:** 2.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 3 | 12, 5 |
| Kısmen Yeterli | 0 | |
| Yeterli | 21 | 87, 5 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla Toplama İşlemi etkinliğinde veri toplama adımında öğrencilerin 3'ü (%12,5) yetersiz; 21'i (%87,5) yeterli görülmüştür.

Bu tabloya göre, öğrencilerin Tam sayılarla toplama işlemini öğrenme sürecinde veri toplama adımında modelleme adımındaki oranlarla tutarlılık gösterdiği görülmüştür.

**Tablo 4.16:** 2.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 8 | 33, 3 |
| Kısmen Yeterli | 5 | 20, 8 |
| Yeterli | 11 | 45, 9 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla Çıkarma İşlemi ilişkilendirme adımında öğrencilerin 8'i (%33, 3) yetersiz; 5' i (%20,8) kısmen yeterli; 11'i (%45,9) yeterli düzeydedir.

Bu tabloya göre, öğrencilerin ilişkilendirme safhasında modelleme ve veri toplama safhasına göre daha az performans gösterdikleri saptanmıştır.

**Tablo 4.17:** 2.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 14 | 58, 3 |
| Kısmen Yeterli | 3 | 12, 5 |
| Yeterli | 7 | 29, 2 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla Çıkarma İşlemi ilişkilendirme adımında öğrencilerin 14'ü (%58, 3) yetersiz; 3' ü (%12,5) kısmen yeterli; 7'si (%29,2) yeterli düzeydedir.

Bu tabloya göre, öğrencilerin genelleştirme safhasında modelleme, veri toplama, ilişkilendirme safhasına göre daha az performans gösterdikleri saptanmıştır.

Buna göre çalışma yaprakları bulguları, görüşmeler yoluyla belirlenen veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin uygulama neticesinde modelleme performanslarının ön plana çıktığı gözlenmiştir. Bu durum, yönergeli dinamik çoklu modellerin öğrencilere yol göstermesinden kaynaklanıyor olabilir.

**Tablo 4.18:** 3.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 2 | 8, 3 |
| Kısmen Yeterli | 2 | 8, 3 |
| Yeterli | 20 | 83, 3 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Zıt işaretli tam sayılarla toplama işlemi etkinliğinde öğrencilerin modelleme adımında öğrencilerin 2’si (%8,3) yetersiz; 2’ si (%8,3) kısmen yeterli; 20’si (%83,3) yeterli düzeydedir.

Bu tabloya göre, öğrencilerin büyük çoğunluğu (%83,3) modelleme adımında iyi oldukları görülmüştür.

**Tablo 4.19:** 3.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 3 | 12, 5 |
| Kısmen Yeterli | 4 | 16, 7 |
| Yeterli | 17 | 70, 8 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Zıt işaretli tam sayılarla toplama işlemi etkinliğinde öğrencilerin veri toplama adımında öğrencilerin 3’ü (%12,5) yetersiz; 4’ü (%16,7) kısmen yeterli; 17’si (%70, 8) yeterli düzeydedir.

**Tablo 4.20:** 3.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 5 | 20, 8 |
| Kısmen Yeterli | 5 | 20, 8 |
| Yeterli | 14 | 58, 3 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Zıt işaretli tam sayılarla toplama işlemi etkinliğinde öğrencilerin ilişkilendirme adımında öğrencilerin 5’i (%20,8) yetersiz; 5’ i (%20,8) kısmen yeterli; 14’ü (%58,3) yeterli düzeydedir.

**Tablo 4.21:** 3.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 13 | 54, 2 |
| Kısmen Yeterli | 5 | 20, 8 |
| Yeterli | 6 | 25 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Zıt işaretli tam sayılarla toplama işlemi etkinliğinde öğrencilerin genelleştirme adımında öğrencilerin 13’ü (%54,2) yetersiz; 5’i (%20,8) kısmen yeterli; 6’sı (%83,3) yeterli düzeydedir.

Öğrencilerin genel olarak, zıt işaretli tam sayılarla toplama işlemi etkinliğinde aynı işaretli tam sayılarla toplama işlemine göre daha zorlandıkları görülmüş, yeterlilik oranı düşmüştür. Bu durum, zıt işaretli tam sayılarla topla işleminin daha kompleks ve genel kuralının tanımlanmasının daha güç olduğundan kaynaklanıyor olabilir.

**Tablo 4.22:** 4.Etkinlikte Öğrencilerin Modelleme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 7 | 29, 2 |
| Kısmen Yeterli | 3 | 12, 5 |
| Yeterli | 14 | 58, 3 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla çıkarma işlemi etkinliğinde öğrencilerin modelleme adımında öğrencilerin 7’si (%29,2) yetersiz; 3’ ü (%12,5) kısmen yeterli; 14’ü (%58,3) yeterli görülmüştür.

Öğrencilerin, çıkarma işleminde modelleme adımında diğer konulara göre zorlandıkları yeterlilik oranının yaklaşık % 30 kadar düştüğü görülmüştür.

**Tablo 4.23:** 4.Etkinlikte Öğrencilerin Veri Toplama Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 6 | 25 |
| Kısmen Yeterli | 4 | 16, 7 |
| Yeterli | 14 | 58, 3 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla çıkarma işlemi etkinliğinde öğrencilerin veri toplama adımında öğrencilerin 6'sı (%25) yetersiz; 4'ü (%16,7) kısmen yeterli; 14'ü (%58,3) yeterli düzeydedir.

**Tablo 4.24:** 4.Etkinlikte Öğrencilerin İlişkilendirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 8 | 33, 3 |
| Kısmen Yeterli | 4 | 16, 7 |
| Yeterli | 12 | 50 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla çıkarma işlemi etkinliğinde öğrencilerin ilişkilendirme adımında öğrencilerin 8'i (%33,3) yetersiz; 4' ü (%16,7) kısmen yeterli; 12'si (%50) yeterli düzeydedir.

Modeller üzerinde tam sayıdan negatif tam sayı çıkarmanın pozitif tam sayı eklemeyle eş değer olduğu sonucu farkedilip ilişkilendirme aşamasında öğrenciler tarafından sözel ifade şeklinde yazıldığı tespit edilmiş anca bu ilişkiyi genelleştirme aşamasında matematik ifade şeklinde yazmak güçleşmiştir.

**Tablo 4.25:** 4.Etkinlikte Öğrencilerin Genelleştirme Beceri Performansı

| | **Frekans** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Yetersiz | 14 | 58, 3 |
| Kısmen Yeterli | 2 | 8, 3 |
| Yeterli | 8 | 33, 3 |
| **Toplam** | 24 | 100 |

Tam sayılarla çıkarma işlemi etkinliğinde öğrencilerin genelleştirme adımında öğrencilerin 14'ü (%58,3) yetersiz; 2' si (%8,3) kısmen yeterli; 14'ü (%58,3) yeterli düzeydedir.

Çalışma yapraklarından elde edilen bulgular, genel olarak, uygulama sürecinde sorgulayıcı öğrenme aşamalarından genelleştirme adımının, 6. Sınıf öğrencileri için üst düzey bir beceri olduğudur. Öğrencileri genel olarak öğrenme sürecine dahil eden bireysel materyallerde kendilerinin ifade etmelerine imkan hazırlanmıştır. Hazırlanan materyallerle, öğrencilere çoklu gösterim yoluyla kaliteli bir öğrenme ortamı oluşturulmuş ve öğrenme sürecine katkıda bulunulmuştur.

# BEŞİNCİ BÖLÜM

# SONUÇ ve ÖNERİLER

SÖ ve DÇM ile Tam sayılar alt öğrenme alanında Ortaokul 6. Sınıf öğrencileri ile yapılan nicel ve nitel araştırma desenine dayalı bu deneysel araştırma pek çok araştırma ve makalede tespit düzeyinde kalan öğrenme sürecine ait problemlere çözüm getiren bir sonuç ortaya koymaktadır.

Bu bölümün amacı, araştırmanın bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçları ortaya koymaktır. Ayrıca, bu konuda yapılacak araştırmalara yönelik öneriler geliştirmektir. Bulgulardan elde edilen sonuçlar, farklı alt başlıklarda değerlendirilmiştir.

## 5.1. Sonuçlar

Araştırmanın problem cümlelerine ilişkin bulgulardan elde edilen sonuçlar veri toplama araçlarına göre kategorilendirilmiştir.

### 5.1.1. Başarı Testinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar

"Tam sayılar konusunun Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) yaklaşımıyla çoklu temsil destekli Dinamik Çoklu Modelleme (DÇM) ile öğretiminin, öğrencilerin başarılarına etkisi nedir?" problem cümlesine Başarı Testi ile yanıt aranmıştır. Bulgular, Dinamik Çoklu Modellemelerin yer verildiği materyaller ile tasarlanan SÖ süreci sonrasında ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin Tam sayılar konusuna ilişkin başarıları ile geleneksel yöntem ile ders işlenen öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Bu bulgudan dolayı SÖ temelli DÇM tasarımlı öğretimin öğrenci başarısını olumlu etkilediği sonucuna varılmaktadır.

Katılımcıların son test yanıt ortalamaları incelendiğinde maksimum 60 puan alınabilecek bir testte kontrol grubuna ait ortalama puan; 25,666 deney grubuna ait ortalama puan; 40,740 olarak bulunmuştur.

Bu ortalamaya göre, yüksek bir puan ortalaması farkıyla (15,084) sunulan DÇM ile tasarlanmış öğretimin, geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Araştırma sonuçları, Akkuş Çıkla’nın (2004) “Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Performansına, Matematiğe Karşı Tutumuna ve Temsil Tercihlerine Etkisi” adlı çalışmasının sonuçlarıyla tutarlıdır. Buna göre Çoklu temsil temelli öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin karşılaştırıldığı çalışmada çoklu temsillerin yedinci sınıf öğrencilerinin cebir performanslarına, matematiğe karşı tutumlarına ve temsil tercihlerine olan etkisini araştırmayı amaçlayan çalışmada, sonuç olarak Temsil Biçimine Dönüştürme Beceri testi ve Cebir Tanı testinden alınan puanlara göre deney grubu lehine manidar fark bulunmuştur.

### 5.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar

“Deney ve kontrol grubunda kullanılan yöntemler, öğrencilerin Tam sayı konusu ile ilgili temsil tercihlerini nasıl şekillendirmektedir?” problem cümlesine yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanarak yanıt aranmıştır. Bulgular, kontrol grubu öğrencilerinin “sayı doğrusu modelini; deney grubu öğrencilerinin ise eşitlik -nicelik modelini tercih ettiklerini göstermiştir. Bu durum, kontrol grubu öğrencilerinin sayı doğrusu modeli temelli ders işlemeleri ile açıklanabilir. Nitekim öğrencilerle yapılan görüşmeler bu sonucu ortaya koymaktadır. Tam sayı öğretiminde sayı doğrusu ve nicelik modelinin farklılıklarını karşılaştıran Sherzer’in (1973) çalışmasıyla örtüşmektedir.

Aynı şekilde Liebeck’in (1990) sayı doğrusu ve nicelik modelini karşılaştırdığı bir araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Ayrıca, toplama işlemi kurgulu bir problem ya da modeli her iki grup da toplama işlemi (sembolik temsilinde) ile gösterimde zorluk yaşamamıştır. Ancak, çıkarma işlemi kurgulu bir problem ya da modeli, deney grubu öğrencileri çıkarma işlemi şeklinde (matematik ifade temsilinde) gösterebilirken, kontrol grubu öğrencileri yine toplama işlemi şeklinde gösterme eğiliminde olmuşlardır.

Çıkarma işleminde sayı doğrusu modeli grubunun nicelik modeli grubuna göre önemli derecede zorluk yaşadığı sonucuna varılmıştır. Böylece, Sherzer (1973), kavram gelişimi ve beceri kazanmada zıtlık- nicelik modelinin daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Ayrıca görüşmeler yoluyla, deney grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde kullanılan modeller ile işlemleri açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Buradan hareketle modellerin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirerek problem ve işlemleri daha anlaşılır kıldığı sonucuna varılmaktadır.

Seçilen öğrencilerin görüşmelerine açıkça yer verilmiş ve betimsel analiz gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler yoluyla, deney grubu öğrencilerin çözümlerinde veri çeşitliliği gözlenmiş, yapamadıkları işlemleri modeller vasıtasıyla doğru açıklayabildiği sonucuna varılmıştır. SÖ yaklaşımıyla çoklu temsil destekli tasarlanmış DÇM ile Tam sayı öğretim uygulamasının 6. Sınıf öğrencileri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucu çıkarılabilir.

"Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temsiller arası geçiş becerileri nasıldır?" problem cümlesine yanıt aranırken yine yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin temsiller arası transfer becerisinin başarılı olduğu ve gösterimlerinin bilinçli olduğu görülmüştür. Bu durum çoklu temsil imkanı verildiği için öğrencilerin zihinlerinde çeşitli modellerin olmasıyla ilgili olabilir. Yani başvurabilecekleri birden fazla modelle çoklu düşünme gerçekleştiriyor olabilirler.

Ainsworth ve Van Labeke (2004), "Multiple Forms of Dynamic Representation" öğretim simülasyonlarındaki dinamik temsilleri inceledikleri çalışmada, statik temsillerle karşılaştırıldığında dinamik temsillerin belirgin avantaları olduğu iddia edilmiştir. Çoklu temsilli dinamik simülasyonların öğrencilerin farklı yollar görmesini sağladığı belirtilmiştir. Örneğin, deney grubunda en düşük düzeydeki öğrencinin doğru cevabı bulamamasına rağmen model geliştirerek ya da farklı bir modelle teyit yoluna gitmesiyle çoklu modeller yoluyla farklı yollar görmesi sağlanmış olabilir.

Matematik ifade temsillerinde ise deney gurubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre bütünlük içinde yazabildikleri görülmüştür. Yani kontrol grubu öğrencileri işlemleri parça parça ifade ederken, deney grubu öğrencileri bütün bir işlem olarak yazmayı tercih etmişlerdir.

Bununla beraber, her iki grup da problem cümlesi temsilinde borç-alacak tipi bir kurguya başvururken, model tercihleri ise farklılaşmıştır. Her iki grupta ortak görülen sorun, öğrencilerin sayı doğrusu modeliyle gösterim yaparken problem ifadesinde yer alan tüm tam sayıların model üzerinde ifade etme zorunluluğu hissetmeleridir. Öğrenciler sonucu tahmin etme ve hissetme açısından zorlanmaktadır. Yapılan görüşme sonuçları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerine göre soruları daha açıklayıcı yaptığı ve temsiller arası transferde daha seri ve iyi oldukları söylenebilir.

### 5.1.3. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar

"Deney grubu öğrencilerinin Sorgulayıcı Öğrenme süreci aşamalarındaki yeterlilik düzeyleri nedir?" problem cümlesine çalışma yaprakları aracılığıyla yanıt aranmıştır. Öğrencilerin süreç esnasındaki performansları çalışma yaprakları aracılığıyla izlenmiştir. Öğrenci başarıları, sürecin izlenmesi ile desteklenerek, modelleme, veri toplama, ilişkilendirme, genelleştirme becerilerinin kazandırılmasıyla ilişkili olumlu sonuçlara ulaşılmıştır.

Birinci etkinlikte; öğrencilerin modelleme adımında, %91,3'ü yeterli, veri toplama adımında %82,6' sı yeterli; ilişkilendirme adımında %52,2'si, genelleştirme adımında %30, 4'ü yeterli görülmüştür.

İkinci etkinlikte; öğrencilerin modelleme adımında %87,5'i yeterli, veri toplama adımında %87,5'i yeterli, ilişkilendirme adımında % 45,9'u yeterli, genelleştirme adımında %29,2'si yeterli görülmüştür.

Üçüncü etkinlikte öğrencilerin modelleme adımında %83,3'ü yeterli, veri toplama adımında %70,8'i yeterli, ilişkilendirme adımında %58,3'ü, genelleştirme adımında %25'i yeterli görülmüştür.

Dördüncü etkinlikte; öğrencilerin modelleme adımında %58,3'ü yeterli, veri toplama adımında %58,3'ü yeterli, ilişkilendirme adımında % 50'si yeterli, genelleştirme adımında %33,3'ü yeterli görülmüştür.

Öğrencilerin çalışma yaprakları ile daha çok modelleme, veri toplama, ilişkilendirme adımlarında iyi oldukları buna karşın genelleştirme adımında aynı performansı gösteremedikleri ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle, aktif öğrenme için gerekli öğrenme sürecine dahil olma açısından başarılı olduğu sonucu çıkarılabilir. Fennema'nın (1972) matematik öğretiminde dinamik materyallerin etkililiği üzerine yaptığı araştırmada; dinamik materyallerin; öğrencilerin kolay öğrenme, ilişkilendirme, motivasyon ve matematiksel düşünme becerilerini olumlu etkilediği sonucunu desteklemektedir. Ancak ilişkilendirme aşamasındaki performans yeterliliklerinin (%50) modelleme ve veri toplama adımlarındaki performans yeterliliklerine (% 80,1 ve %74,8) göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu da, Stratford, S.J., , Krajcik, J. ve Soloway, E'nin (1998), "Secondary Students' Dynamic Modeling Processes: Analyzing Reasoning About Synthesizing and Testing Models of Stream Ecosystems" çalışmasındaki öğrencilerin ilişkilendirme adımında zorlandıkları sonucunu desteklemektedir. Sonuç çıkarma sürecinde öğrenciler ilişkileri derinlemesine tartışmışlar sadece en önemli anahtar ilişkiler üzerinde yoğunlaşmışlar ya da nedensel ve korelasyonal ilişkiler arasında ayrım yaparken zorluklar yaşamışlardır.

Daha ileri bir sonuç olarak, Sorgulayıcı Öğrenme (SÖ) sürecini:

a) Dinamik Çoklu Modelleme,

b) Çoklu Öğrenme Ortamı oluşturma,

c) Çoklu İlişkilendirme,

yoluyla zenginleştirdiğimiz oranda bilgi keşfi yoluyla anlamlı ve kalıcı öğrenme gerçekleşmiş olacaktır.

### 5.2. Öneriler

Öğrenme ortamlarının ve öğrenme sürecinin, dinamik çoklu modellemeye, çoklu strateji kullanmaya, çoklu öğrenme ortamı yaratmaya, çoklu ilişkilendirmeye, çoklu iletişime dayalı tasarlanması önerilmektedir.

Matematik kavramların değişmez ve yüzyıllardır hep aynı şekilde tanımlandığı dünyamızda, yenilikçi bir yaklaşımla açıklamanın uyarıcı, dikkat çekici olacağı, çoklu modellerle, Tam sayılar konusunda yapılan çalışmanın diğer matematik konularına uygulanması önerilmektedir. Teknolojinin anlamlı ve kalıcı öğrenme ortamları yaratmada etkili olduğu, bu halde öğrenme sürecine olumlu katkıda bulunduğu söylenebilir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara dayalı olarak alana katkı sağlayacak önerileri iki başlık altında sunabiliriz;

### 5.2.1. Müfredat ve Öğretmen Yeterliliklerine Yönelik Öneriler

● Öğrencilere öğrenme sürecinde, çoklu düşünmeyi sağlayan çoklu modellemelere yer verilebilir.

● Öğrenci ders kitaplarında; öğrencilerin matematik öğrenirken görsel imajlardan yararlanması hususunda daha çok çalışma ve çoklu temsil destekli modellere yer verilmesi ayrıca bununla kalmayıp multi-medya aracılığıyla dinamik gösterimlerin ders anlatımlarında ek bellek destekleyici olarak yer verilmesi önerilmektedir. Çalışma kapsamında tasarlanan ve uygulanan materyal mobil teknolojilerle de uyumlu haldedir.

● Bu doğrultuda, öğrencilere daha nitelikli ve kaliteli bir öğrenme sürecine hizmet edecek olan DÇM ile öğrenme süreci tasarlanması önerilmektedir.

● Tam sayı kavramının anlamlı öğrenilmesinde nicelik modelinin yönlü modelden önce verilmesi önerilmektedir.

● 6. Sınıf Tam sayı öğretiminde, alternatif bir model olarak zıtlık modeline kavram öğretimi olarak başvurulabilir.

### 5.2.2. İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

● Bilimin ve neslin değişmesiyle birlikte matematik kavramlarının da değişen nesle ve öğrenme şekillerine ayak uyduran bir matematik dersi kazandırılmasıyla ilgili olarak kavram tanımlarının artık görselleştirilerek, farklı bir boyut kazanması sağlanabilir.

● Çoklu temsil destekli ve sorgulayıcı öğrenme yoluyla öğrenmenin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin etkisi üzerine araştırma yapılabilir.

● Öğrencilere uygulama yapıldıktan sonra 7. sınıf basamağında kalıcılık testi yoluyla başarılarını karşılaştırılması çalışması yapılabilir.

● Deney grubu öğrencilerine tutum ölçeği uygulanarak kanaat ve görüşleri incelemek suretiyle tek grup ön-test son-test deneysel desen çalışması yapılabilir.

- Farklı öğrenme ve alt öğrenme alanlarında SÖ yoluyla DÇM öğrenme süreç tasarımı yapılarak öğrenci başarıları üzerinde araştırma yapılabilir.

**KAYNAKÇA**


Ainsworth, S., Van Labeke, N. (2004). Multiple forms of Dynamic Representation. Learning and Instruction, 14(3), 241-255.

Akkoç, H. (2006). Fonksiyon Kavramının Çoklu Temsillerinin Çağrıştırdığı Kavram Görüntüleri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 1-10.

Akkuş Çıkla, O. (2004). Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Performansına Matematiğe Karşı Tutumuna ve Temsil Tercihlerine Etkisi. Doktora Tezi. ODTÜ Matematik Eğitimi, Ankara.

Akyüz, Y. (2001). Türk Eğitim Tarihi (Başlangıçtan 2001'e) (Genişletilmiş 8. Baskı). Alfa Basım Yayım, İstanbul.

Alagic, M. (2003). Technology in the Mathematics Classroom: Conceptual Orientation. The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 22(4), 381-99.

Altun, M. (2006). Matematik Öğretiminde Gelişmeler, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20 (2), 223-238.

Arcawi, A. (2003). The Role of Visual Representations In The Learning of Mathematics Educational Studies in Mathematics, 52(3), 215-241.

Ardahan, H. ve Ersoy, Y. (2000). Matematik Öğretmenlerinin Hizmet İçi Eğitimi-I TI-92/ Derive Çalışma Yaprakları. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 681-685.

Ardahan, H. (2011a). An Innovative Approach to Learning Process: Effect of Dynamic Modeling on Teaching of Mathematics, 16th Asian Technology Conference in Mathematics, September 19-23, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Ardahan, H. (2011b). Inquiry Driven Learning Process and Problem Solving Model Asian Technology Conference in Mathematics, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Ardahan, H. ve Coşkun, S. (2012). Öğrenme Sürecine Yeni Bir Yaklaşım: Sorgulayıcı Öğrenme ve Dinamik Modelleme, X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde.

Ardahan, (2013). 141210002 Kodlu Bilimsel Araştırma Projesi, Matematik Öğretimi İçin Dinamik ve Etkileşimli Öğretim Materyalleri Hazırlama, Yayınlanmamış Proje, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Arzarello, F., Ferrara, F. ve Robutti, O. (2012). Mathematical Modelling with Technology: The Role of Dynamic Representations, Teaching Mathematics and its Applications. 31(1), 20-30.

Aydın, B. (2003). Bilgi Toplumu Oluşumunda Bireylerin Yetiştirilmesi ve Matematik Öğretimi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 2(14).

Bayazıt, İ., Aksoy, Y., Kırnap, M. (2011). Öğretmenlerin Matematiksel Modelleri Anlama ve Model Oluşturma Yeterlilikleri, e-Journal of New World Sciences Academy, 6 (4), 1306-3111.

Bolyard,J. (2005). A Comparison of the Impact of Two Virtual Maniulatives on Student Achievement and Conceptual Understanding of Integer Addition and Subtraction, Doktora Tezi, George Mason University.

Bozkurt, A., ve Polat, M. (2011). Sayma Pullarıyla Modellemenin Tam Sayılar Konusunu Öğrenmeye Etkisi Üzerine Öğretmen Görüşleri, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi (http://sbe.gantep.edu.tr).10(2), 787 - 801.

Bruce, B., ve Davidson, J. (1996). An Inquiry Model for Literacy Across Curriculum, Journal of Curriculum Studies, 28 (281-300).

Campbell, K. J., Collis, K.F. ve Watson, J. (1992). Multimodal Functioning During Mathematical Problem Solving, Australian Research Council Grant (ARC.Ref.No.AC903 1914).

Cohen, L., Manion, L. ve Marison, K. (2007). Research Methods in Education, 6th Edition, New York and London, Routlegde.

Confrey, J.., Smith, E., Piliero, S. ve Rizzuti, J. (1991). The Use of Contextual Problems and Multi-Representational Software to Teach The Concept of Functions. Final Project Report to the National Science Foundation and Apple Computers Inc.

Creswell, J.W. (2014). Research Design, Çeviri Ed: Selçuk Beşir Demir, Eğiten Kitap Yayıncılık, Ankara.

Dabbagh, N. (1999). Instructional Technology Foundations and Theories of Learning.

Delice, A., ve Sevimli, (2016). Matematik Eğitiminde Teoriler. Editörler: Erhan Bingölbali, Selahattin Arslan, İ. Özgür Zembat, 32. Bölüm, Pegem Akademi, Ankara.

Durmuş, S. ve Yaman, H., (2002). Mevcut Teknolojilerin Sunduğu Çoklu Temsil Olanaklarının Oluşturmacı Yaklaşıma Getireceği Yenilikler, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Bolu.

Ebrahim, A. H. (2004). The Effects of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Students' Science Achievement and Attitudes Toward Elemantary Science, Doktora Tezi, The Faculty of the College of Education of Ohio University.

English, L.D. ve Watters, J. (2005). Mathematical Modelling in the Early School Years, Mathematics Education Research Journal, 16(3), 58-79.

Flick, L.B., Lederman, N. G. (2004). Scientific Inquiry and Nature of Science, Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education, Published by Springer, 2006.

Goldin, G. A. (1998). Representational Systems, Learning and Problem Solving in Mathematics, Journal of Mathematical Bahavior, 17 (2): 137-165.

Güneş, G., Asan, A. (2005). Oluşturmacı Yaklaşıma Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamının Matematik Başarısına Etkisi, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25(1), 105-121.

Günhan, B. C., 2006. İlköğretim II. Kademede Matematik Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2005). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Oluşturmacı Öğrenme Ortamı Tasarımı: Bir Model, ilköğretim-online, 4(1), 62-72.

Işıksal Bostan, M.(2010). Negatif Sayılara İlişkin Zorluklar, Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Giderilmesine Yönelik Öneriler, Matematiksel Zorluklar ve Çözüm Önerileri. (Editörler: Erhan Bingölbali ve M.Fatih Özmantar), Pegem Akademi, Ankara.

İpek, A. S. ve Okumuş, S.(2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problem Çözmede Kullandıkları Temsiller Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 11(3), 681-700.

Janvier, C. (1987). Representation System and Mathematics, Problems of Representations in the Learning and Teaching of Mathematics, (Ed: C. Janvier), New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 19-27.

Janvier, C., Girardon, C., ve Morand, J. (1993). Mathematical Symbols and Representations. (Ed: P.S. Wilson ), Research Ideas for the Classroom High School Mathematics, Reston, VA: NCTM, 79-102.

Kaput, J. J. (1991). Notations and Representations as Mediators of Constructive Processes. (Ed: In E. von Glasersfeld), Radical Constructivism in Mathematics Education (53-74), Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Lesh, R., Post, T., ve Behr, M., (1987). Representations and Translations Among Representations in Mathmatics Learning and Problem Solving, Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics (Ed: In C. Janvier), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlabaum Associates, Inc., 33-40.

Luitel, B.C. (2005). Multiple Representations of Addition and Subtraction-Related Problems by Third, Fourth and Fifth Graders, http://au.geocities.com /bcluitel/bcproject.htm.

Mandinach, E. B. ve Cline, H. F. (1994). Classroom Dynamics: Implementing a Technology-Based Learning Environment. http://www.amazon.com/ Classroom-Dynamics-Implementing-Technology-Based-Environment/dp/0805805559#reader_0805805559.

MEB (2013). Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.

MEB (2013). Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı.

Özgün Koca, A. (2004). The Effects of Multiple Linked Representations on Students' Learning of Linear Relationships, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26, 82-90.

Principles and Standards for School Mathematics (2000), NCTM (National Council of Teachers of Mathematics).

Stratford, S.J., Krajcik, J. ve Soloway, E. (1998). Secondary Students' Dynamic Modeling Processes: Analyzing Reasoning About Synthesizing and Testing Models of Stream Ecosystems, Journal of Science Education and Technology, 7(3), 215–234.

Tunç, M., Durmuş, S. ve Akkaya, R. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Somut Materyalleri ve Sanal Öğrenme Nesnelerini Kullanma Yeterlikleri. http://mat.der.org.tr.

Turgut, Y. (2009). Verilerin Kaydedilmesi, Analizi, Yorumlanması: Nicel ve Nitel Bilimsel Araştırma Yöntemler (Editör: A.Tanrıöğen), Anı Yayıncılık, Ankara.

Van de Walle, J.A. (2012). Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally 7th Edition. (Çeviri Editörü: Soner Durmuş).

Wells, G. (1992). Language and the Inquiry-oriented curriculum. National Council of Teachers of English, Louisville, Kentucky.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

www.wikipedia.org.tr.

# EKLER

## Ek 1: Uygulama İzni

KONYA

İSLÂM DÜNYASI TURİZM BAŞKENTİ KONYA

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : 48178250-300-E.8642 11/03/2016
Konu : Hatice ÇETİN'in Anket İzni Hk.

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 29/02/2016 tarihli ve 71052239-300-E.6900 sayılı yazınız.

Enstitünüz İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Hatice ÇETİN'in 'Dinamik Çoklu Modelleme Yoluyla Sorgulayıcı Öğrenme" adlı tezi kapsamında araştırma yapma isteği ile ilgili Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün 10/03/2016 tarihli ve 83688308-605.99-E.2846767 sayılı yazısı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof.Dr. Tahir YÜKSEK
Rektör Yardımcısı

Ek: Resmi Yazı ve Ekleri (14 Sayfa)

Adres: Nişantaşı Mah. Dr. Hulusi Baybal Cad. No:12 Kat 18 Selçuklu/KONYA
Telefon: 0332 280 80 12 Faks: 0332 236 21 85 Elektronik Ağ: http://www.konya.edu.tr

5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.
Evrak teyidi **https://ebyssorgu.konya.edu.tr** adresinden **0LBN-E2PB-898D** kodu ile yapılabilir.

T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

İSLÂM DÜNYASI TURİZM BAŞKENTİ KONYA

Sayı : 83688308-605.99-E.2846767
Konu : Araştırma İzni

10.03.2016

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : 01/03/2016 tarihli ve 48178250-300-E.1450 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı Öğrencisi Hatice ÇETİN'in "Dinamik Çoklu Modelleme Yoluyla Sorgulayıcı Öğrenme" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Selçuklu ilçesinde bulunan Ahmet Hazım Uluşahin İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 6. sınıf öğrencilerine, okul müdürlüğünün uygun görmesi ve eğitim öğretimi aksatmaması kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmemektedir. Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçları kullanılacak olup, sonucun CD ortamında iki nüsha olarak gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Mukadder GÜRSOY
İl Milli Eğitim Müdürü

Ek:
1-Başarı Testi (4 Sayfa)
2-Çalışma Yaprağı (9 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
....../......./20.....
11 Mart 2016

Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü
Akçeşme Mah. Garaj Caddesi No: 4 Karatay/KONYA
Elektronik Ağ: www.konya.meb.gov.tr
e-posta: istatistik42@meb.gov.tr

Strateji Geliştirme Şube Müdürlüğü
Ayrıntılı bilgi için: F.GÖRES (V.H.K.İ.)
Tel: (0 332) 353 30 50 - 1250
Faks: (0 332) 351 59 40

## Ek 2: Başarı Testi

BAŞARI TESTİ

Değerli Öğrenci,

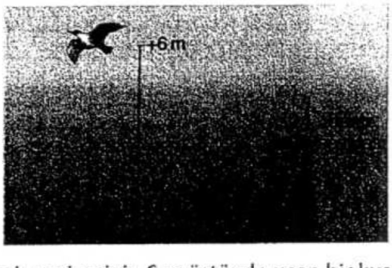
Bilimsel bir çalışma için hazırlanmış olan aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak cevaplayınız. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Hatice ÇETİN
Matematik Öğretmeni

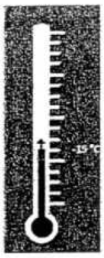
1. Bir alışveriş merkezine giden Elif, zeminin 3 kat altındaki parka arabasını park ettikten sonra 8 kat çıkarak restoran katına geliyor. Restoran kaçıncı kattadır?

2. Hangi tam sayının sıfıra uzaklığı 3'ün sıfıra uzaklığına eşittir? Matematiksel olarak ifade ediniz.

3. Bir sayı doğrusunda civciv -10 noktasına, simetri aynası ise -2 noktasına yerleştirilmiştir. Buna göre civcivin aynada yansıyan görüntüsü sayı doğrusu üzerinde hangi noktada yer alır? Modelleyerek gösteriniz.

4. 


Deniz seviyesinin 6 m üstünde uçan bir kuş ile deniz seviyesinin 5 m altında yüzen bir balık arasındaki mesafe kaç metredir? Matematiksel olarak ifade ediniz.

**5.** 

Gün içindeki sıcaklık farkının fazla olduğu bir ortamda günde üç kez sıcaklık ölçümü yapılıyor. 1. kez ölçülen hava sıcaklığı 2. ölçülen hava sıcaklığından $8^{o}$C azdır. 2. kez ölçülen hava sıcaklığı ise 3.kez ölçülen hava sıcaklığından $12^{o}$C fazladır. 3. ölçülen hava sıcaklığı -15$^{o}$C olduğuna göre, 1. Ölçülen hava sıcaklığı kaç $^{o}$C 'dir?

**6.**

| Pazartesi | Salı | Çarşamba | Perşembe | Cuma |
|---|---|---|---|---|
| -10 $^{o}$C | -8 $^{o}$C | -11 $^{o}$C | -2 $^{o}$C | 2 $^{o}$C |

Tabloda Konya'nın 5 günlük sıcaklık durumu verilmiştir. Sıcaklıkları termometre modeli üzerinde gösteriniz.

**7.** -89'dan büyük en küçük negatif tam sayı nedir?

**8.** $(-5) + (-9) = (-5) - \blacksquare$ olduğuna göre $\blacksquare$ kaçtır?

**9.** -6 ile +4 sayılarının mutlak değerlerini karşılaştırınız.

**10.** -9, +16, -17, -65, +8 tam sayıları sayı doğrunda gösterildiğinde en sağda bulunan tam sayı hangisidir?

**11.** Bir karınca geceleri toprağın 3 m altındaki yuvasından 12 m yol alarak yuvasının üstündeki ağacın tepesine çıkıyor ve tekrar ağacın tepesinden 2 m aşağıya iniyor. Karıncanın bulunduğu yer ile toprak arasındaki mesafe kaç metredir?

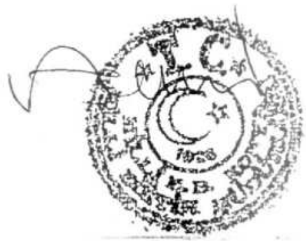
**12.** Bir dalgıç denizin 23 m dibinde bulunmaktadır. Her dakikada 3 m olmak üzere 5 dakika daha dalmaya devam etmektedir. Deniz yüzeyi 0 m kabul edildiğine göre dalgıcın son derinliğini ifade eden tam sayı kaçtır?

**13.** -6 tam sayısını sayı doğrusu ve sayı pulları modeliyle gösteriniz.

**14.** Aşağıdaki sayıları küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

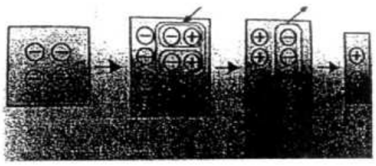
+13, -25, (-1), 0, -101, + 7

**15.** (-5)+ ■ = 0 işleminde ■ yerine hangi sayı gelmelidir?



**16.** 7 - (-6)= 7 + ■ eşitliğinde ■ yerine hangi sayı gelmelidir?

**17.** Aşağıda sayma pulları modeli verilen işlemi yazınız ve sonucunu bulunuz.



**18.** (+2) –(-6) – (+ 3) + (-2) +( +4) işleminin sonucu nedir?

**19.** (-2)-3 çıkarma işlemini toplama işlemi şeklinde gösteriniz.

**20.** -12< a < -9 < b < -1 olduğuna göre, a+b en az kaçtır?

## Ek 3: Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliği

### ÇALIŞMA YAPRAĞI

**Sınıf** : 6
**Öğrenme Alanı** : Sayılar
**Alt Öğrenme Alanı** : Tam sayılar
**Kazanım** : Tam sayılarda karşılaştırma ve sıralama yapar.
**Metod** : Sorgulayıcı Öğrenme

1. **Problem**

Bir öğretmen öğrencilerine her olumlu davranış bir $\boxed{+}$ puan, her olumsuz davranış için bir $\boxed{-}$ puan vermektedir.

1. günün sonunda ; Aslı -3 puan; Burcu -7 puan

2. günün sonunda ; Aslı -5 puan; Burcu +2 puan

3. günün sonunda ; Aslı 8 puan, Burcu 3 puan

4. günün sonunda ; Aslı -11 puan, Burcu 0 puan

almıştır. Hangi günler Burcu, Aslı'dan daha düşük puan almıştır.

2. **Model Kur**

✓ Bilgisayarınızda 

sekmesini tıklayınız.

✓ Ardından 

ikonunu tıklayınız.

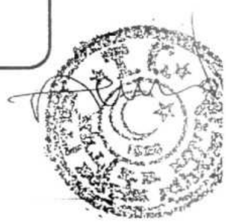
✓ Açılan modelde yukarıdaki problemi modelleyiniz.

3. **Veri Topla**

ASLI ile BURCU

☐ ile ☐ tamsayılarını karşılaştırınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını karşılaştırınız.



$\square$ ile $\square$ tamsayılarını karşılaştırınız.

$\square$ ile $\square$ tamsayılarını karşılaştırınız.

**4. Veri İlişkilendir**

Aslı ve Burcu'nun her günün sonundaki puanlarını karşılaştırınız. Aslı ve Burcu'nun gün sonundaki puanlarının eşit olması için *kimin daha çok olumlu davranış göstermesi* gerekir?

| Gün | Aslı | Model 1 | Model 2 | Burcu | Model 1 | Model 2 | Puan eşit olması için ne olmalı? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -3 | | | -7 | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |

a ve b gibi iki tamsayıyı karşılaştırırken kendisine eklenen (ilave edilen) tamsayı daha ...................

**5. Genelleştir**

İlişkilendirdiğiniz ifadeyi matematiksel ifade olarak yazınız...............................................

a tamsayısı b'den ne zaman büyük olur? Düşününüz. ...............................................

# Ek 4: Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliği

## ÇALIŞMA YAPRAĞI

| | |
|---|---|
| **Sınıf** | : 6 |
| **Öğrenme Alanı** | : Sayılar |
| **Alt Öğrenme Alanı** | : Tam sayılar |
| **Kazanım** | : Tam sayılarla toplama işlemi yapar. |
| **Metod** | : Sorgulayıcı Öğrenme |

**1. Problem**

Bir öğretmen öğrencileri için aşağıdaki kuralları belirlemiştir.

| OLUMLU DAVRANIŞ | Puan |
|---|---|
| Arkadaşına Yardım | 3 |
| Ders Araç-Gereç Bulundurma | 2 |
| Derse Katılma | 4 |
| Ödevlerini Yapma | 5 |
| Dersi Sessizce Dinleme | 1 |

| OLUMSUZ DAVRANIŞ | Puan |
|---|---|
| Derse Hazırlıksız Gelme | -3 |
| Saygısızlık | -2 |
| Söz Almadan Konuşma | -4 |
| Sınıfın Huzurunu Bozma | -5 |
| Amaç Yok | -1 |

- Ayhan gün içinde derse katılmış ve arkadaşlarına yardım etmiştir.
- Beyhan ders araç-gereçlerini eksiksiz bulundurmuş ve ödevlerini yapmıştır.
- Ceyhan söz almadan konuşmuş ve derse hazırlıksız gelmiştir.
- Nurhan, saygısızlık yapmış ve sınıfın huzurunu bozmuştur.

Her bir öğrencinin gün sonundaki puanı nedir?

**2. Model Kur**

✓ Bilgisayarınızda 

sekmesini tıklayınız.

✓ Ardından 

ikonunu tıklayınız.

✓ Açılan sayfada yukarıdaki problemi modelleyiniz

**3. Veri Topla**

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

**4. Verileri İlişkilendir**

| Öğrenci | Model 1 | Model 2 | Sözel İfade | Matematiksel İfade |
|---|---|---|---|---|
| Ayhan | | | | |
| Beyhan | | | | |
| Ceyhan | | | | |
| Nurhan | | | | |

Toplama işleminde tamsayılar aynı işaretli olduğunda sonuç nasıl bulunur?

..........................................................................................................................

**5. Genelleştir**

Toplama işleminde tamsayılar aynı işaretli olduğunda bir kural yazınız. Matematiksel ifade olarak yazınız.

..........................................................................................................................

**6. Değerlendirme:**

Aşağıdaki toplama işlemlerini bulduğunuz kurala göre yapınız.

23+17 =

120+39=

(-23) + (-17)=

(-39) + (-120)=

## Ek 5: Zıt işaretli Tam Sayılarla Toplama İşlemi Etkinliği

### ÇALIŞMA YAPRAĞI

**Sınıf** : 6
**Öğrenme Alanı** : Sayılar
**Alt Öğrenme Alanı** : Tam sayılar
**Kazanım** : Tam sayılarda toplama işlemi yapar.
**Metod** :Sorgulayıcı Öğrenme

1. **Problem**
   Bir öğretmen öğrencileri ile dersi için aşağıdaki şekilde kuralları belirlemiştir.

| OLUMLU DAVRANIŞ | Puan |
|---|---|
| Arkadaşına Yardım | +3 |
| Ders Araç-Gereç Bulundurma | +2 |
| Derse Katılma | +4 |
| Ödevlerini Yapma | +5 |
| Dersi Sessizce Dinleme | +1 |

| OLUMSUZ DAVRANIŞ | Puan |
|---|---|
| Derse Hazırlıksız Gelme | -3 |
| Saygısızlık | -2 |
| Söz Almadan Konuşma | -4 |
| Sınıfın Huzurunu Bozma | -5 |
| Amaç Yok | -1 |

- Ali ders araç-gereçlerini eksiksiz bulundurmuş ve ancak sınıfın huzurunu bozmuştur.
- Berna, arkadaşlarına yardım etmiş, ancak söz almadan konuşmuştur.
- Ceylin, ödevlerini yapmış ancak arkadaşına karşı saygısızlık yapmıştır.
- Davut, sınıfın huzurunu bozmuş buna karşın ders araç-gereçlerini eksiksiz bulundurmuştur.
- Her bir öğrencinin gün sonundaki puanı nedir?

2. **Model Kur**

✓ Bilgisayarınızda 

sekmesini tıklayınız.

✓ Ardından 

ikonunu tıklayınız.

✓ Açılan modelde yukarıdaki problemi modelleyiniz.

3. **Veri Topla**

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

☐ ile ☐ tamsayılarını toplayınız.

**4. Veri İlişkilendir**

| Öğrenci | Model 1 | Model 2 | Sözel İfade | Matematiksel İfade |
|---|---|---|---|---|
| Ali | | | | |
| Berna | | | | |
| Ceylin | | | | |
| Davut | | | | |

Toplama işleminde tamsayılar zıt işaretli olduğunda sonuç nasıl bulunur?

.................................................................................................................................

**5. Genelleştir**

Toplama işleminde tamsayılar zıt işaretli olduğunda bir kural yazınız. Matematiksel ifade olarak yazınız.

.................................................................................................................................

**6. Değerlendirme**

Aşağıdaki toplama işlemlerini bulduğunuz kurala göre yapınız.

7+(-4) = (-2)+3= (-23)+65=

123+(-88)= (-123) +88=

## Ek 6: Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliği

### ÇALIŞMA YAPRAĞI

**Sınıf** : 6
**Öğrenme Alanı** : Sayılar
**Alt Öğrenme Alanı** : Tam sayılar
**Kazanım** : Tam sayılarda çıkarma işlemini yapar.
**Metod** : Sorgulayıcı Öğrenme
**Oyun malzemeleri** : Soru kartları, yeşil/kırmızı pullar

1. **Problem**

Arda, Buket, Ceyda, Dilek'in oynadıkları oyun şöyle;

Soru kartlarında bilgi içerikli sorular vardır.

Kırmızı pullar ⊖ puanı, yeşil pullar ⊕ puanı temsil eder. Oyuncu, ortadan soru kartı çeker, bildiğinde ya da bilemediğinde kartın arkasındaki yönergeye göre hareket eder. Oyuncu soruyu bilemediğinde yeşil pul verir ya da kırmızı pul alır.

Oyuncu soruyu bildiğinde kırmızı pul verir ya da yeşil pul alır.

Alınan ya da verilen pul adeti soru zorluk derecesine göre değişir.

Buna göre aşağıdaki tabloda örnek bir durum gösterilmiştir. Her bir öğrencinin skoru nedir?

| | **Şu anki puan** | **Soruyu Bilemedi** | | **Soruyu Bilemedi** |
|---|---|---|---|---|
| **Arda** | 5 | 3 **yeşil** pul verir | | 3 kırmızı pul alır |
| **Buket** | 0 | 3 **yeşil** pul verir | ya da | ...................... |
| **Ceyda** | -2 | 4 **yeşil** pul verir | | ...................... |
| **Dilek** | -6 | 1 **yeşil** pul verir | | ...................... |
| | **Şu anki puan** | **Soruyu Bildi** | ya da | **Soruyu Bildi** |
| **Arda** | 5 | 2 kırmızı pul verir | | 3 kırmızı pul alır |
| **Buket** | 0 | 3 kırmızı pul verir | | ...................... |
| **Ceyda** | -2 | 4 kırmızı pul verir | | ...................... |
| **Dilek** | -6 | 1 kırmızı pul verir | | ...................... |

2. **Model Kur**

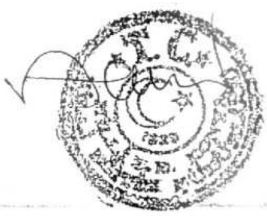
✓ Bilgisayarınızda 

sekmesini tıklayınız.

✓ Ardından 

ikonunu tıklayınız.

✓ Açılan modelde yukarıdaki verileri modelleyiniz.



3. **Veri Topla**

| Oyuncu | Şu anki Puan | Soruyu Bilemedi Sözel ifade | Model | Matematiksel İfade | Soruyu Bilemedi Sözel İfade | Model | Matematiksel İfade |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arda | | 3 **yeşil** pul verir | | | 3 **kırmızı** pul alır | | |
| Buket | | | | | | | |
| Ceyda | | | | | | | |
| Dilek | | | | | | | |

| Oyuncu | Şu anki Puan | Soruyu Bildi Sözel ifade | Model | Matematiksel İfade | Soruyu Bildi Sözel İfade | Model | Matematiksel İfade |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arda | | | | | | | |
| Buket | | | | | | | |
| Ceyda | | | | | | | |
| Dilek | | | | | | | |

**4. Verileri İlişkilendir**

Bir tamsayıdan ………….. (+/-) tamsayı çıkarmak, o tamsayıya ………….. (+/-) eklemek demektir

Bir tamsayıdan ………….. (+/-) tamsayı çıkarmak, o tamsayıya ………….. (+/-) eklemek demektir

**5. Genelleştir**

$a\ ve\ b\ \in Z$ olsun. Çıkarma işlemini toplama işlemi şeklinde matematiksel ifade ile yazınız.

……………………………………………………………………………………………………

**6. Değerlendirme**

0 – (-4) = ?

3 – ( -5) = ?

0 – (+4 ) = ?

3 – (+5) = ?

-7 – (-17) = ?

-15 – (-23) = ?

-7- ( +17) = ?

-15- ( +23) =?

**Ek 7: Görüşme Formu**

## GÖRÜŞME FORMU

**Araştırma Sorusu:**

" Deney ve kontrol grubunda kullanılan yöntemler, öğrencilerin Tam sayı konusu ile ilgili model tercihlerini nasıl şekillendirmektedir?"

" Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temsiller arası geçiş becerileri nasıldır?"

Okul:

Tarih ve saat (başlangıç ve bitiş):

Görüşmeci:

## GİRİŞ

Merhaba, sevgili……. . Ben Hatice ÇETİN; matematik öğretmeniyim aynı zamanda araştırmacıyım. Tam sayı konusu ile ilgili bir araştırma yapıyorum. Bu görüşmeyi birkaç öğrenciyle daha yapacağım. Bu çalışmayı Matematik Eğitimine katkısı olması için gerçekleştiriyorum. Birazdan yönelteceğim sorulara vereceğin cevapları öğrenmek istiyorum. Bana görüşme sürecinde vereceğin cevapların tümü gizlidir. Araştırma sonuçlarını yazarken, görüştüğüm kişilerin isimlerini kesinlikle çalışmada belirtmeyeceğim. Görüşmeyi izin verirsen kaydetmek istiyorum. Bunun senin için bir sakıncası var mı? Bu boş A4 kâğıdını, cevaplarını yazmak için kullanabilirsin.

## GÖRÜŞME SORULARI

1. Bir yunus balığı deniz seviyesinin 12 m altında yüzüyor. Bulunduğu seviyeden 13 m yukarı çıkıyor. Tekrar 20 m aşağıya dalıyor. Yunus balığının konumunu gösteren tam sayı nedir?

   Sonda:
   a) Bu problemi matematik ifade ile (işlem) ile yazar mısın?
   b) Bu problemi modeller misin?
   c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

2. Ahmet'in günlük harçlığı 5 TL'dir. Gün içinde 11 TL harcayan Ahmet'in gün sonundaki para durumunu gösteren tam sayı nedir?
   Sonda:

   a) Bu problemi matematik ifade ile (işlem) ile yazar mısın?
   b) Bu problemi modeller misin?
   c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

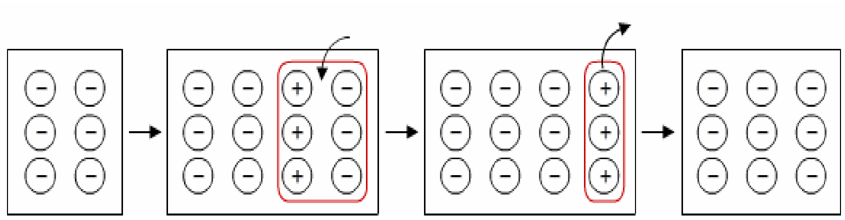
3. -9 + 7 = ?
   Sonda:

   a) Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın ?
   b) Bu toplama işlemini modeller misin?
   c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

4. -5 – 4 = ?
   Sonda:

   a) Bu toplama işlemine uygun bir problem yazar mısın?
   b) Bu toplama işlemini modeller misin?
   c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

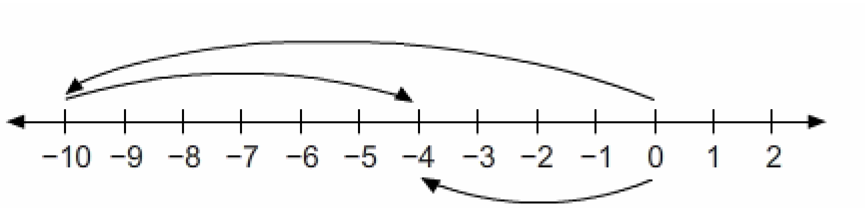
5.



Sonda:

a) Bu modele uygun bir problem yazar mısın?
b) Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?
c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

6.




Sonda:

a) Bu modele uygun bir problem yazar mısın?
b) Bu modele uygun bir matematik ifade (işlem) yazar mısın?
c) Başka bir model tercih edersen hangi model ile gösterirsin?

**Ek 8: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | | | ✓ |
| 3 | | | ✓ |
| 4 | | | ✓ |
| 5 | | | ✓ |
| 6 | | | ✓ |
| 7 | | | |
| 8 | | | ✓ |
| 9 | | | |
| 10 | | | ✓ |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | | |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | | | ✓ |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | | ✓ |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | | | ✓ |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | | | |
| 25 | | | ✓ |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | | | ✓ |

**Ek 9: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Veri Toplama Beceri Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | | | ✓ |
| **3** | | ✓ | |
| **4** | | | ✓ |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | | |
| **8** | | | ✓ |
| **9** | | | |
| **10** | | ✓ | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | | ✓ |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | | ✓ |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | | | ✓ |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | | ✓ |
| **24** | | | |
| **25** | | | ✓ |
| **26** | ✓ | | |
| **27** | | | ✓ |

**Ek 10: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde İlişkilendirme Beceri Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | | ✓ | |
| 3 | | ✓ | |
| 4 | ✓ | | |
| 5 | | | ✓ |
| 6 | | ✓ | |
| 7 | | | |
| 8 | ✓ | | |
| 9 | | | |
| 10 | ✓ | | |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | | |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | | | ✓ |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | | ✓ |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | | | |
| 25 | | ✓ | |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | ✓ | | ✓ |

**Ek 11: Öğrencilerin Tam sayılarla Karşılaştırma ve Sıralama Etkinliğinde Genelleştirme Beceri Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | ✓ | | |
| 3 | | ✓ | |
| 4 | ✓ | | |
| 5 | ✓ | | |
| 6 | | ✓ | |
| 7 | | | |
| 8 | ✓ | | |
| 9 | | | |
| 10 | ✓ | | |
| 11 | ✓ | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | ✓ | | |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | ✓ | |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | ✓ | |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | | | |
| 25 | ✓ | | |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | ✓ | | |

**Ek 12: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | | | ✓ |
| 3 | | | ✓ |
| 4 | | | ✓ |
| 5 | | | ✓ |
| 6 | | | ✓ |
| 7 | | | ✓ |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | ✓ |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | | ✓ |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | | | ✓ |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | | ✓ |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | | | |
| 25 | | | ✓ |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | | | ✓ |

**Ek 13: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | | | ✓ |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | | | ✓ |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | | ✓ |
| **8** | | | |
| **9** | | | |
| **10** | | | ✓ |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | | ✓ |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | | ✓ |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | | ✓ |
| **24** | | | |
| **25** | | | ✓ |
| **26** | ✓ | | |
| **27** | | | ✓ |

**Ek 14: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | | | ✓ |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | ✓ | | |
| **5** | | ✓ | |
| **6** | ✓ | | |
| **7** | | ✓ | |
| **8** | | | |
| **9** | | | |
| **10** | | ✓ | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | | ✓ |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | ✓ | | |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | ✓ | |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | ✓ | |
| **24** | | | |
| **25** | ✓ | | |
| **26** | ✓ | | |
| **27** | ✓ | | |

**Ek 15: Öğrencilerin Aynı İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | ✓ | | |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | ✓ | | |
| **5** | ✓ | | |
| **6** | ✓ | | |
| **7** | ✓ | | |
| **8** | | | |
| **9** | | | |
| **10** | ✓ | | |
| **11** | | ✓ | |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | ✓ | |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | ✓ | | |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | ✓ | | |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | ✓ | | |
| **23** | | ✓ | |
| **24** | | | |
| **25** | ✓ | | |
| **26** | ✓ | | |
| **27** | ✓ | | |

**Ek 16: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | | | ✓ |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | | | ✓ |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | | |
| **8** | | | ✓ |
| **9** | | | |
| **10** | | | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | | ✓ |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | | ✓ |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | | ✓ |
| **24** | | ✓ | |
| **25** | | | ✓ |
| **26** | | ✓ | |
| **27** | | | ✓ |

**Ek 17: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | ✓ | | |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | | | ✓ |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | | |
| **8** | | | ✓ |
| **9** | | | |
| **10** | | | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | | | ✓ |
| **14** | | | ✓ |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | ✓ | |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | | ✓ |
| **24** | | ✓ | |
| **25** | | ✓ | |
| **26** | | ✓ | |
| **27** | | | ✓ |

**Ek 18: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | | ✓ | |
| 3 | | ✓ | |
| 4 | | | ✓ |
| 5 | | ✓ | |
| 6 | | | ✓ |
| 7 | | | |
| 8 | ✓ | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | | ✓ |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | | | ✓ |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | ✓ | |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | ✓ | | |
| 25 | | | ✓ |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | | ✓ | |

**Ek 19: Öğrencilerin Zıt İşaretli Tam sayılarla Toplama İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | ✓ | | |
| 3 | | ✓ | |
| 4 | ✓ | | |
| 5 | | ✓ | |
| 6 | ✓ | | |
| 7 | | | |
| 8 | ✓ | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | ✓ | | |
| 12 | | ✓ | |
| 13 | | | ✓ |
| 14 | | | ✓ |
| 15 | ✓ | | |
| 16 | ✓ | | |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | ✓ | |
| 23 | | ✓ | |
| 24 | ✓ | | |
| 25 | ✓ | | |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | ✓ | | |

**Ek 20: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Modelleme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | | | ✓ |
| 3 | | | ✓ |
| 4 | ✓ | | |
| 5 | | | ✓ |
| 6 | | | ✓ |
| 7 | | ✓ | |
| 8 | | ✓ | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | | ✓ |
| 13 | ✓ | | |
| 14 | ✓ | | |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | | |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | | | ✓ |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | | | ✓ |
| 24 | | | ✓ |
| 25 | ✓ | | |
| 26 | | ✓ | |
| 27 | ✓ | | |

**Ek 21: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Veri Toplama Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | | | ✓ |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | ✓ | | |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | ✓ | |
| **8** | | | |
| **9** | | ✓ | |
| **10** | | | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | ✓ | | |
| **14** | ✓ | | |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | | |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | | | ✓ |
| **24** | | | ✓ |
| **25** | ✓ | | |
| **26** | | ✓ | |
| **27** | | ✓ | |

**Ek 22: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde İlişkilendirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| **1** | ✓ | | |
| **2** | ✓ | | |
| **3** | | | ✓ |
| **4** | ✓ | | |
| **5** | | | ✓ |
| **6** | | | ✓ |
| **7** | | ✓ | |
| **8** | | ✓ | |
| **9** | | | |
| **10** | | | |
| **11** | | | ✓ |
| **12** | | | ✓ |
| **13** | ✓ | | |
| **14** | ✓ | | |
| **15** | | | ✓ |
| **16** | | | |
| **17** | | | ✓ |
| **18** | | | ✓ |
| **19** | | | ✓ |
| **20** | | | ✓ |
| **21** | ✓ | | |
| **22** | | | ✓ |
| **23** | ✓ | | |
| **24** | | | ✓ |
| **25** | | ✓ | |
| **26** | ✓ | | |
| **27** | | ✓ | |

**Ek 23: Öğrencilerin Tam sayılarla Çıkarma İşlemi Etkinliğinde Genelleştirme Becerisi Performansı**

| | Yetersiz | Kısmen Yeterli | Yeterli |
|---|---|---|---|
| 1 | ✓ | | |
| 2 | ✓ | | |
| 3 | | | ✓ |
| 4 | ✓ | | |
| 5 | ✓ | | |
| 6 | ✓ | | |
| 7 | ✓ | | |
| 8 | ✓ | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | ✓ |
| 12 | | ✓ | |
| 13 | ✓ | | |
| 14 | ✓ | | |
| 15 | | | ✓ |
| 16 | | | |
| 17 | | | ✓ |
| 18 | | | ✓ |
| 19 | ✓ | | |
| 20 | | | ✓ |
| 21 | ✓ | | |
| 22 | | | ✓ |
| 23 | ✓ | | |
| 24 | | | ✓ |
| 25 | ✓ | | |
| 26 | ✓ | | |
| 27 | | ✓ | |